

TIEKULJETUSTEN TELEMATIIKKA

Jouni Rintanen



Teknillisen korkeakoulun rakennus- ja maanmittaustekniikan osastolla apulaisprofessori Matti Pursulan valvomana ja laboratorioinsinööri Ari Sirkiän ohjaamana tehty diplomityö. Jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi 13.3.1995.

Tekijä: Jouni Rintanen**Diplomityö:** Tiekuljetusten telematiikka**Päivämäärä:** 13.3.1995**Sivumäärä:** 136**Professuuri:** Liikennetekniikka**Koodi:** Yhd-71.**Valvoja:** Apulaisprofessori Matti Pursula**Ohjaaja:** Laboratorioinsinööri Ari Sirkiä

Työn tavoitteena on selvittää, onko yrityksillä kuljetustensa ohjaukseen ja hallintaan liittyviä tietotarpeita, jotka tienpitäjä voisi täyttää. Työssä käsitellään kirjallisuustutkimuksena nykyisiä kuljetusten ohjaus- ja hallintatekniikoita ja -järjestelmiä sekä niiden tulevaa kehitystä. Haastattelututkimuksella selvitetään yritysten nykyistä kuljetusten ohjausta ja hallintaa, tulevaisuuden tietotarpeita sekä suhtautumista uuteen ohjaus- ja hallintatekniikkaan.

Tiekuljetusten ohjauksessa ja hallinnassa hyödynnettävää telematiikkaa tutkitaan useissa tutkimusohjelmissa eri puolilla maailmaa. Telematiikalla tarkoitetaan tietotekniikan osaa, jossa hyödynnetään sekä tietoliikenne- että tietokonetekniikkaa. Telematiikkatutkimuksessa on edetty perustutkimuksesta ja yksittäisten tekniikoiden testaamisesta vaiheeseen, jossa tutkitaan yritysten ja tienpitäjien järjestelmien yhteistoimintaa. Yhteistoiminta mahdollistaisi tehokkaan liikennetietojen tuottamisen ja hyödyntämisen eri organisaatioissa. Lähitulevaisuuden tutkimuksessa keskitytään järjestelmien saamiseen yleiseen käyttöön.

Kehittyneen kuljetusten ohjaus- ja hallintatekniikan käyttö on vielä harvinaista suomalaisissa yrityksissä. Matkapuhelinta käytetään yleisesti kuljettajien ja yrityksen ohjauskeskuksen välisessä viestiliikenteessä. Yrityksissä on kuitenkin harkittu kehittyneen tekniikan käyttöönottoa ja joissakin yrityksissä hyödynnetään jo paikannustekniikkaa, kehittyntä ajoneuvotiedonsiirtoa sekä digitaalisia karttaohjelmistoja. Erityisesti vaarallisten aineiden kuljetusten seurannassa ja hallinnassa kehittyneestä tekniikasta olisi hyötyä.

Kuljetusten ohjauksen ja hallinnan tehostamiseksi yritykset kaipaavat eniten ajantasalla olevia tietoja onnettomuuksista ja muista häiriöistä, joiden vuoksi tie on suljettu liikenteeltä. Myös lähimenneisyyden liikennetiedot, liikenne-ennusteet sekä ajantasalla olevat sää- ja kelitiedot kiinnostavat yrityksiä. Edellä mainittuja tietoja voidaan tuottaa pistekohtaiseen paikannukseen ja tunnistukseen perustuvalla järjestelmällä (lähetin-vastaanottimet, tunnistimet). Myös yritysten sisäisillä ohjaus- ja hallintajärjestelmillä (paikannus, tiedonsiirto ja digitaaliset kartat), jotka ovat yhteistoiminnassa keskenään ja yleisen liikenteen ohjauskeskuksen kanssa, voidaan tuottaa edellä mainittuja tietoja.

Author: Jouni Rintanen

Thesis: Telematics of road transports

Date: 13.3.1995

Number of pages:136

Professorship:Transportation engineering**Code:** Yhd-71.

Supervisor: Associate professor Matti Pursula

Instructor: Laboratory engineer Ari Sirkiä

The objective of the study is to investigate if companies need such information from road maintenance authorities, that could be used in freight and fleet management. Freight and fleet management technics and systems used nowadays and their development are considered in the literature research. Present freight and fleet management of companies, information needs in the future and attitudes towards new management technics are investigated by an interview-study.

Telematics of road transports, which is used in freight and fleet management, is studied in many research programs all over the world. Telematics is the part of teleinformatics, which utilizes both telecommunications and computers. Telematics research programs have moved from basic research and testing of separate management technics to testing co-operation between systems of companies and authorities. Co-operation would enable effective production and utilization of traffic information in different organisations. In the near future research will be focused on getting the systems to common use.

Only few Finnish companies use advanced freight and fleet management technics. Mobile telephones are commonly used in communications between drivers and the management centre of the company. However, companies have considered advanced technics and some companies already utilize positioning, advanced mobile communications and digital maps. Advanced technics would be useful especially in monitoring and managing of transports of hazardous materials.

To make freight and fleet management more effective companies need mostly realtime information about accidents and other breakdowns, due to which the road is closed. Companies are also interested in traffic information of the near history, traffic forecasts and realtime information about weather and road conditions. This information can be produced by a system, which is based on positioning and vehicle identification in different points of the road network (transponders, identification tags). Also management systems of companies (positioning, communications and digital maps), which are in co-operation with each other and with a common traffic management centre, can produce this information.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty tielaitoksen tilauksesta Teknillisen korkeakoulun liikennelaboratoriossa. Työn valvoja on ollut apulaisprofessori Matti Pursula ja ohjaaja laboratorioinsinööri Ari Sirkiä. Tielaitoksesta työhön on osallistunut DI Kari Karessuo ja liikenneministeriöstä DI Lassi Hilska. Kiitän kaikkia edellä mainittuja saamistani neuvoista ja työhöni liittyneistä kommentteista. Erityisesti haluan kiittää Ari Sirkiää, joka on ollut tiiviisti mukana työskentelyssä koko työn ajan. Lopuksi vielä kiitokset liikennelaboratorion henkilökunnalle sekä kaikille muillekin työhöni osallistuneille.

Espoossa 13.3.1995


Jouni Rintanen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	8
2	LIIKENTEEN JA KULJETUSTEN OHJAUS JA HALLINTA SEKÄ NIIDEN TARVE	10
2.1	Liikenteen ohjaus yleisesti	10
2.1.1	Määritelmä	10
2.1.2	Informaatiotarve	10
2.1.3	Liikenteen ohjauksen yleinen järjestelmä	11
2.1.4	Informaation välittämiskanavat	12
2.2	Tiekuljetusten ohjaus ja hallinta	13
2.2.1	Lähtökohdat	13
2.2.2	Yrityksen kuljetusten ohjaus- ja hallintaprosessin osat	14
2.2.3	Tietotekniikan hyödyntäminen kuljetuksissa	15
2.2.4	Kuljetusten ohjauksella ja hallinnalla saavutettavia hyötyjä	16
3	KULJETUSTEN OPERATIIVINEN OHJAUS JA SIINÄ SOVELLETTAVAT TEKNIIKAT	17
3.1	Perustietoja operatiivisesta ohjauksesta	17
3.2	Ajoneuvonavigointi	18
3.3	Paikannus	19
3.3.1	Itsenäinen paikannustapa	19
3.3.2	Bosch Travepilot	21
3.3.3	Ei-itsenäinen paikannustapa	22
3.3.4	GPS	24
3.3.5	RDSS	27
3.4	Digitaaliset kartat ja karttatietokannat	28
3.4.1	Käyttö kuljetusten ohjauksessa	28
3.4.2	Karttatyyppit	28
3.4.3	Karttatietokannat	30
3.4.4	Genimap Transplanner	31
3.5	Tiedonsiirto	32
3.5.1	Tiedonsiirto kuljetusten ohjauksessa	32
3.5.2	Linkkiyhteydet	32
3.5.3	NMT	33
3.5.4	GSM	34
3.5.5	Mobitex	36
3.5.6	Satelliittiyhteydet	37
3.5.7	Inmarsat-C	39
3.5.8	Organisaatioiden välinen tiedonsiirto (OVT)	40
3.6	Kuljetusten ohjaus- ja hallintajärjestelmät	41
3.6.1	Aplicom	41
3.6.2	Euteltracs	43
3.7	Pro-Opt-reitti- ja kuormasuunnittelu- ohjelmisto	44

4	KULJETUKSET DRIVE-OHJELMASSA	46
4.1	Perustietoja DRIVE-tutkimusohjelmasta	46
4.2	DRIVE I	46
4.3	DRIVE II	47
	4.3.1 Rakenne ja tavoitteet	47
	4.3.2 Combicom	49
	4.3.3 Frame	51
	4.3.4 Portico	53
	4.3.5 Citra	55
	4.3.6 Artis	57
	4.3.7 Metafora	58
	4.3.8 IFMS	60
	4.3.9 Tulevaisuuden tutkimustarpeet	62
4.4	Transport Telematics	63
	4.4.1 Perustietoja Transport Telematics -ohjelmasta	63
	4.4.2 Ohjelman rakenne ja tavoitteet	65
5	KULJETUKSET EUREKA-OHJELMASSA	70
5.1	Perustietoja Eureka-tutkimusohjelmasta	70
5.2	Prometheus	70
5.3	Roadacom	72
6	KULJETUKSET IVHS-OHJELMASSA	74
6.1	IVHS-tutkimusohjelman taustatietoja	74
6.2	Tavoitteet ja rakenne	74
6.3	Kehittyneet matkustajan tietojärjestelmät (ATIS) ja liikenteen hallintajärjestelmät (ATMS)	76
	6.3.1 Hyödyntäminen tiekuljetuksissa	76
	6.3.2 Advance	77
6.4	Tavaraliikenne (CVO)	78
	6.4.1 Tutkimusalueet	78
	6.4.2 Advantage I-75	80
	6.4.3 Help/Crescent	81
	6.4.4 Turvallisen nopeuden määrittäminen raskaille ajoneuvoille	83
7	JAPANIN TUTKIMUSOHJELMAT	85
7.1	Yleistä Japanin tutkimuksesta	85
7.2	VICS	85
7.3	UTMS	86
8	YHTEENVETO KANSAINVÄLISISTÄ TUTKIMUSOHJELMISTA	88
9	KULJETUSTEN NYKYINEN KÄYTÄNTÖ JA TIETOTARPEET	90
9.1	Haastattelututkimus	90
9.2	Operointi tieverkolla	91
9.3	Kuljetusten hallinta	92
	9.3.1 Ennakkosuunnittelu	92
	9.3.2 Ajomääräysten antaminen	94
	9.3.3 Ohjaustoimet ajoneuvojen ollessa liikkeellä	95
	9.3.4 Varoitusjärjestelmät	97
9.4	Kuljetuskustannukset	97
9.5	Kuljetusten etenemisen seuranta	98
9.6	Yrityksen sijoittuminen	100
9.7	Kuljettajan tunnistus	101

9.8	Tiedonsiirto	102
10	VAARALLISTEN AINEIDEN TIEKULJETUSTEN SEURANTA- JA HALLINTAJÄRJESTELMÄ	104
10.1	Määritelmä ja viranomais määräykset	104
10.2	Nykytilanne	106
10.3	Ehdotettu järjestelmä	107
10.4	Suhtautuminen ehdotettuun järjestelmään	107
11	KEHITYSNÄKYMÄ	109
11.1	Tutkimustoiminta	109
11.2	Tulevaisuuden tekniset ratkaisut	110
11.3	Kuljetusten tehostamismahdollisuuksia	112
11.3.1	Ennakkosuunnittelu	112
11.3.2	Ohjaustoimet ajoneuvojen ollessa liikkeellä	112
11.3.3	Kuljetusten etenemisen seuranta ja valvonta	114
11.3.4	Erikoiskuljetusten lupajärjestelmä	116
11.3.5	Tavaravirtatilastointi	116
11.4	Tulevaisuuden tietotarpeita	117
12	YHTEENVETO	119
	LÄHDELUETTELO	125
	LIITTEET	132

1 JOHDANTO

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, onko yrityksillä kuljetustensa ohjaukseen ja hallintaan liittyviä tietotarpeita, jotka tielaitos tai joku muu julkinen organisaatio voisi tulevaisuudessa täyttää. Kirjallisuustutkimuksena käsitellään nykyisin käytössä olevia kuljetusten ohjaus- ja hallintatekniikoita ja -järjestelmiä sekä niiden tulevaa kehitystä. Haastattelututkimuksella puolestaan selvitetään suomalaisten yritysten nykyistä kuljetusten ohjausta ja hallintaa, tulevaisuuden tietotarpeita sekä suhtautumista tulevaisuudessa kuljetusten ohjauksessa ja hallinnassa käytettävään tekniikkaan. Työssä keskitytään tiekuljetusten tarkasteluun.

Tiekuljetukset ovat yksi osa tieliikennettä. Tämän vuoksi luvussa 2 käsitellään aluksi yleistä liikenteen ohjausta ja sen tarvetta. Sen jälkeen tarkastellaan ohjaus- ja hallintaprosessia tiekuljetusten kannalta.

Luvussa 3 määritellään kuljetusten operatiivinen ohjaus sekä käsitellään siihen soveltuva tekniikka. Tekniikkatarkastelu on jaettu kolmeen osaan:

- paikannus
- digitaaliset kartat ja karttatietokannat
- tiedonsiirto.

Kunkin osan yleisen teknisen tarkastelun jälkeen käsitellään joitakin markkinoilla olevia laitteistosovelluksia, joissa käytetään esitettyä tekniikkaa. Viimeisenä käsitellään reitti- ja kuormasuunnitteluohjelmisto sekä kuljetusten ohjaus- ja hallintajärjestelmät, joissa sovelletaan kaikkia edellä mainittuja osa-alueita.

Luvuissa 4, 5, 6, 7 ja 8 keskitytään kuljetusten ohjauksen ja hallinnan tulevaan kehitykseen tarkastelemalla ulkomaisia tutkimusohjelmia. Neljännessä luvussa käsitellään Euroopan Unionin DRIVE/Transport Telematics -tutkimusohjelmaa. Viidennessä luvussa puolestaan käsitellään toisen eurooppalaisen tutkimusohjelman, Eureka, tiekuljetusten ohjausta käsitteleviä projekteja. Luvussa 6 tarkastellaan USA:n IVHS-tutkimusohjelmaa ja luvussa 7 Japanin tutkimusohjelmia. Kaikissa näissä tutkimusohjelmissa tutkitaan telematiikan mahdollisuuksia tehostaa tavarakuljetuksia. Telematiikaksi kutsutaan tietotekniikan osaa, jossa hyödynnetään sekä tietoliikenne- että tietokonetekniikkaa. Telematiikan avulla voidaan tehostaa nimenomaan kuljetusten ohjausta ja hallintaa, joihin tässä tutkimuksessa erityisesti keskitytään. Luvussa 8 esitetään taulukkomuotoinen yhteenveto käsitellyistä tutkimusohjelmista ja projekteista.

Loppuosassa käsitellään tutkimuksen yhteydessä tehtyä haastattelututkimusta, sen tuloksia ja niistä tehtyjä johtopäätöksiä. Yhdeksännessä luvussa tarkastellaan lähinnä kuljetusten ohjauksen ja hallinnan nykytilannetta sekä mahdollisia tulevaisuuden tietotarpeita toiminnallisesti jaoteltuina. Luvussa 10 käsitellään vaarallisten aineiden tiekul-

jetuksia ja tarvetta kehittää seuranta- ja hallintajärjestelmä näitä kuljetuksia varten. Luvussa 11 tarkastellaan kehitysnäkymiä ja teknisiä ratkaisuja, joita tullaan tulevaisuudessa hyödyntämään ainakin jossakin määrin ratkaistessa tutkimuksessa aiemmin käsiteltyjä ongelmia. Lopuksi esitetään yhteenveto koko tutkimuksesta.

2 LIIKENTEEN JA KULJETUSTEN OHJAUS JA HALLINTA SEKÄ NIIDEN TARVE

2.1 Liikenteen ohjaus yleisesti

2.1.1 Määritelmä

Yhteiskunnan tavoitteena on mahdollisimman tehokas, taloudellinen, turvallinen ja ympäristöystävällinen liikennejärjestelmä. Nämä tavoitteet ovat kuitenkin osittain ristiriitaisia keskenään. Vaikka aivan viimeisiä vuosia lukuunottamatta liikennemäärät teillämme ovat olleet jatkuvassa kasvussa, on uusien väylien rakentaminen nykyisin vähäistä ja painopiste on vanhojen väylien ylläpidossa. Edellä mainittu tilanne asettaa kasvavia vaatimuksia myös liikenteen ohjaus- ja hallintajärjestelmille.

Liikenteen ohjauksella tarkoitetaan liikenteen kulun ja liikenneturvallisuuden edistämistä palvelevia toimia ja järjestelyitä, jotka eivät kohdistu tien rakenteeseen. Liikenteen ohjauksella pyritään siis parantamaan liikenteen sujuvuutta, turvallisuutta, taloudellisuutta ja ympäristöystävällisyyttä nykyisessä tieverkossa.

Liikenteen ohjaus on suppeimmillaan liikennemerkkien asettamista ja laajimmillaan osa kokonaisvaltaista näkökulmaa, jolla on edellä mainitut tavoitteet. Laajassa merkityksessä liikenteen ohjaukseen sisältyy liikennetietojen tuottaminen ja välittäminen tietoliikennetekniikan avulla kaikille niitä tarvitseville organisaatioille. Tässä tutkimuksessa ei tarkastella yksittäisiä ohjauskeinoja (esimerkiksi liikennemerkit), vaan keskitytään laajempien järjestelmien mahdollisuuksiin ja ominaisuuksiin erityisesti tiekuljetusten kannalta.

Tehokas liikenteen ohjaus vaatii liikenteen kanssa tekemisissä olevien viranomaisten ja muiden organisaatioiden välistä tiivistä yhteistyötä. Tällaisia organisaatioita ovat tielaitos, liikenneministeriö, poliisi, palo- ja pelastusviranomaiset, kunnat, VR sekä tietoliikenne- ja kuljetusyritykset. Tietoliikennetekniikan nopea kehitys viime vuosina on helpottanut eri organisaatioiden välistä yhteistyötä. Lisäksi liikenteen automaattinen mittausjärjestelmä mahdollistaa jatkuvien liikenne- ja kelitietojen saamisen ohjauksen tueksi. Myös kansainvälinen liikenteen ohjaus on mahdollista, mutta sitä vaikeuttaa vielä yhtenäisten standardien puute.

2.1.2 Informaatiotarve

Suomessakin tutkitaan liikenneinformaation tarvetta ja kehittämistä, vaikka Suomessa vain harvoin on suuria ruuhkia. Voidaankin sanoa, että Suomen tieverkko on riittävän laaja välittämään liikennemäärämme. Suomen ilmasto sen sijaan on ongelmallinen liikenteen kannalta: erityisesti talvisin tarvitaan ajantasalla olevaa liikenneinformaatiota. (Räty 1994.)

Tienkäyttäjät haluavat luonnollisesti matkustaa mahdollisimman nopeasti ja vaivattomasti. He haluavat tietoa seuraavista asioista:

- tien kunto ja säätila
- yleinen liikennetilanne: perusta matka-ajan määrittämiselle (onnettomuudet ja tietyöt)
- epämukavuutta ja viivytyksiä aiheuttavat ruuhkat (liikennemäärät, keskinopeudet)
- eri kulkutapojen hinnat (Ristola 1983).

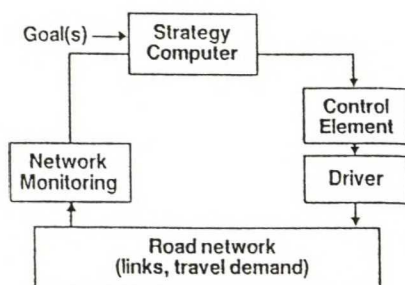
Tielaitos mittaa nykyisin liikennettä automaattisesti lähes 200 pisteessä. Mittausjärjestelmän avulla saadaan selville liikennemäärät, nopeudet ja monia muita tunnuslukuja. Automaattisella mittausjärjestelmällä saadaan myös sää- ja kelitietoja. Tiedot voidaan siirtää tiedonsiirtoverkkoja hyväksikäyttäen niitä tarvitseville organisaatioille. Liikennetietojen tärkein käyttöalue on tie- ja liikennesuunnittelu. Ajantasalla olevien tietojen hyödyntäminen lisääntyy kuitenkin koko ajan liikenteen ohjauksessakin. (Helin 1992.)

Liikennejärjestelmän ylläpitäjän tehtävänä on pitää liikenneverkko mahdollisimman hyvässä kunnossa. Ylläpitäjä haluaa yleensä tietoa samantyyppisistä asioista kuin yksittäiset tienkäyttäjätkin, mutta toisin kuin tavallinen tienkäyttäjä, ylläpitäjä haluaa koko tieverkkoa koskevia tietoja. Lisäksi liikennejärjestelmän ylläpitäjä tarvitsee tietoja liikennejärjestelmän tehokkuudesta ja toimivuudesta sekä erilaisten toimenpiteiden vaikutuksista järjestelmän toimintaan. (Hallipelto 1989.)

2.1.3 Liikenteen ohjauksen yleinen järjestelmä

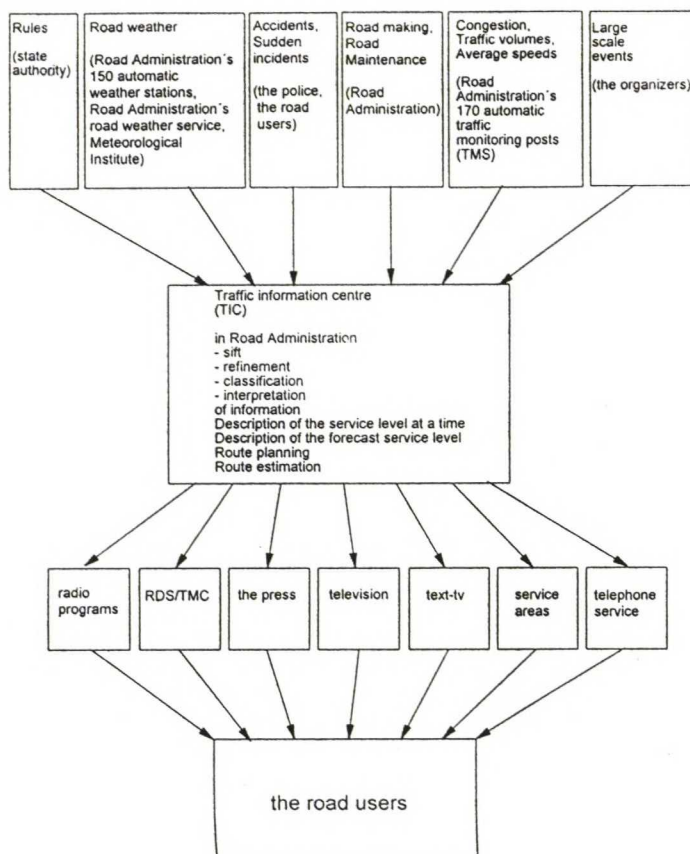
Liikenteen ohjauksen yleinen järjestelmä voidaan kuvata kuvan 1 mukaisella mallilla. Olennaista on tieverkon tarkkailu ja tehokkuuden vertaaminen tavoitteisiin. Tienkäyttäjää informoidaan tavalla, joka pyrkii parantamaan tieverkon tehokkuutta. (Hallipelto 1989.)

Liikenteen informaatiojärjestelmä toteuttaa mallissa nuollilla esitetyt yhteydet toisaalta kuljettajan ja liikenteen ohjauksen ja toisaalta tieverkon ja liikenteen ohjauksen välillä. (Hallipelto 1989.)



Kuva 1. Liikenteen ohjauksen malli (Hallipelto 1989).

Kuvassa 2 on tielaitoksen malli liikenteen ohjausjärjestelmästä. Ongelmana on saada luotua yksittäisistä tiedoista luotettava tieverkon palvelutasokuvaus. Mallissa liikenteen informaatiokeskuksella on olennainen rooli: sen täytyy sekä kerätä tietoa että toimittaa sitä tarvitseville. (Räty 1994.)



Kuva 2. Tielaitoksen malli liikenteen ohjausjärjestelmästä (Räty 1994).

2.1.4 Informaation välittämiskanavat

Autoilija voi saada tarvitsemansa ennakkotiedon radiosta, televisiosta, puhelimesta, lehdistä ja kartoista. Sähköisten tiedotusvälineiden merkitys liikennetiedotuksessa tulee tulevaisuudessa kasvamaan. (Helin 1992.)

Radio on nykyisin tärkein liikennetietojen välittämiskanava. Se mahdollistaa liikennetietojen saamisen ja niiden mukaan reagoimisen myös matkan aikana. Nykyisin liikennetietoja välitetään paikallisradioiden ja yleisradion kanavilla eri ohjelmien yhteydessä. Lisäksi jo Suomessakin on koekäytössä RDS-tekniikkaan (Radio Data System) perustuva järjestelmä, joka mahdollistaa suunnatun tiedotuksen. RDS-radio siirtyy haluttaessa automaattisesti liikennetietoja välittävälle taajuudelle, vaikka se olisi alunperin viritetty toiselle taajuudelle. Näin autoilija kuulee itselleen tärkeät liikenne-

netiedotukset riippumatta siitä, mitä kanavaa hän kuuntelee. RDS-järjestelmä vaatii omat RDS-vastaanottimet, jotka tunnistavat liikennelähetyksessä olevan koodin.

Radioasemilta lähetettävissä liikennetiedotteissa voidaan ilmaista myös tieosuus, jota tiedote koskee. Jos ajoneuvossa on paikannuslaite, ajoneuvon tietokone tulostaa vain tiedotteet, jotka koskevat suunniteltua ajoreittiä. Lisäksi vastaanotetut ruuhka- ja kelivaroitukset sekä suositeltavat kiertotiet voidaan tulostaa kartalle. (Karppinen 1993b.)

Muuttuvilla liikennemerkeillä voidaan myös informoida ja ohjata liikennettä. Lisäksi tietoja annetaan tekstitelevisiion välityksellä. (Helin 1992.)

1990-luku muuttaa liikennetiedotusta erityisesti tietoliikennetekniikan kehityksen myötä. Tämä mahdollistaa erilaisen ajantasalla olevaa liikennetietoa hyödyntävien navigointilaitteistojen tulon henkilöautoihinkin. Liikenteen ohjaus tulee jatkossa kehittymään voimakkaasti, sillä erilaisia kansainvälisiä tutkimusohjelmia on käynnissä runsaasti. Näistä esimerkkejä ovat Transport Telematics/DRIVE, Eureka, IVHS ja Japanin tutkimusohjelmat.

2.2 Tiekuljetusten ohjaus ja hallinta

2.2.1 Lähtökohdat

Kuljetusten ohjauksen ja hallinnan avulla kuljetukset pyritään toteuttamaan yrityksen logistiikkastrategian mukaisesti. Tämä tarkoittaa kuljettamista niillä toimitusajoilla, kuljetusvälineillä, henkilöstöresursseilla ja kuljetusten laatukriteereillä, jotka toteuttavat strategian määäämät palvelutaso- ja kustannustavoitteet. Ohjausjärjestelmät ovat keinoja etsittäessä tehokkainta ratkaisua näiden osittain ristiriitaisten tavoitteiden toteuttamiseksi. (Mäkinen 1992.)

Suomessa kuljetuskustannukset ovat korkeammat kuin useimmissa kilpailijamaissa. Tämä johtuu harvaan asutusta maasta, jossa kuljetusetaisytydet ovat pitkiä. Pyskimykset kustannustason alentamiseksi ovat tähän mennessä kohdistuneet lähinnä aineelliseen infrastruktuuriin (tiet, sillat) (Santala 1991).

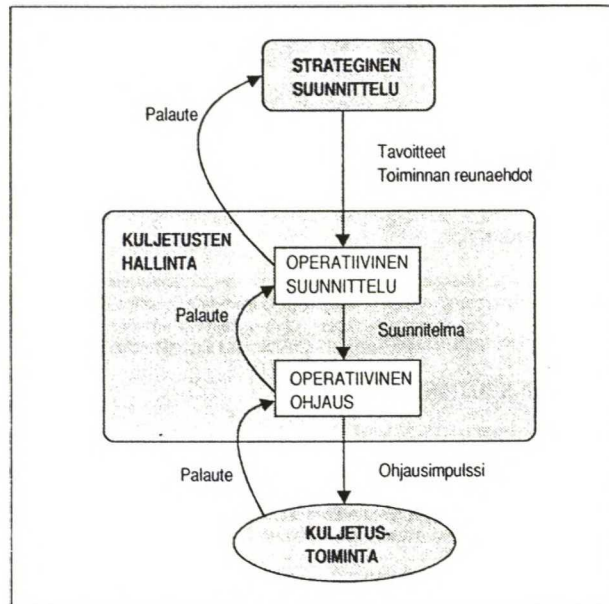
Aineettoman infrastruktuurin (kuljetusten ohjaus) kehittämisen suhteen Suomi ei ole muita maita huonommassa asemassa. Kuljetusten aineettomilla investoinneilla pyritään tehostamaan fyysisen liikenneverkon käyttöä ja suorituskykyä. Tämä merkitsee tehokkaampaa toimintaa sekä yritysten että yhteiskunnan kannalta. Toisaalta se vaatii tehokasta yhteistoimintaa tieviranomaisten ja yritysten välillä.

Perinteisesti kuljetusten ohjaus- ja hallintaprosessi on toteutettu manuaalisesti. Nykitekniikka kuitenkin mahdollistaa monien apuvälineiden käytön kuljetusten ohjauksessa. Näistä apuvälineistä tässä tutkimuksessa käsitellään erityi-

sesti paikannustekniikkaa, tiedonsiirtotekniikkaa ja digitaalista kartta-aineistoa.

2.2.2 Yrityksen kuljetusten ohjaus- ja hallintaprosessin osat (Rantanen 1992)

Ohjaus- ja hallintaprosessi voidaan jakaa strategiseen ja operatiiviseen tasoon päätösten laajuuden ja kustannusvaikutusten mukaisesti. Tämä jako näkyy kuvassa 3.



Kuva 3. Ohjaus- ja hallintaprosessin strateginen ja operatiivinen taso (Rantanen 1992).

Strategisessa suunnittelussa kuljetuksia tarkastellaan logistisesta näkökulmasta eli kuljetukset ovat osa logistiikkaketjua. Tavoitteena on määrittää varastojen ja terminaalien sijaintipaikat ja palvelutaso.

Operatiivinen taso voidaan jakaa suunnitteluun ja ohjaukseen. Operatiivisen suunnittelun tuloksena syntyvät toimintasuunnitelmat. Kun suunnitelmia aletaan toteuttaa, syntyy varsinainen ohjaustilanne. Operatiivisesta suunnittelusta ja ohjauksesta voidaan käyttää nimitystä kuljetusten hallinta.

Kuljetusten hallinta voidaan puolestaan jakaa seuraaviin toiminnallisiin kokonaisuuksiin:

- toimeksianto
- kuljetusten suunnittelu
- kuljetusten ohjaus
- suoritteiden seuranta
- kuljetusmaksujen laskenta ja tilitys.

Toimeksiannolla tarkoitetaan kuljetustilauksen vastaanottamista asiakkaalta. Tämä on edellytys muiden toiminnallisten kokonaisuuksien alkamiselle ja toteutumiselle.

Kuljetusten suunnittelulla tarkoitetaan toimintasuunnitelman laatimista ennen varsinaista kuljetusta. Esimerkkejä suunnittelusta ovat kuormien suunnittelu ja ajoreitin optimointi.

Kuljetusten ohjauksella tarkoitetaan kuljetustoiminnan aikana tapahtuvaa tilanteen operatiivista hallintaa, jonka tavoitteena on aikaansaada riittävä reagointikyky muuttuviin olosuhteisiin ja mahdollisiin häiriötilanteisiin. Toiminnan ennalta arvaamattomat häiriöt (auton rikkoutuminen tai liikenneonnettomuus reitin varrella) ja yllättävät muutokset (uusi kiireellinen tilaus) vaativat välitöntä reagointia ja uusien toimintaohjeiden antamista.

Suoritteiden seurannalla tarkoitetaan sekä suunnitelman mukaisten että toteutuneiden suoritteiden ja volyymien rekisteröintiä. Seurantatietojen avulla luodaan raportointijärjestelmä, joka pohjautuu eri tunnuslukujen analysointiin ja niiden pohjalta tehtäviin johtopäätöksiin.

Kuljetusmaksujen laskenta ja tilitys liittyvät läheisesti seurantajärjestelmään. Laskenta perustuu yleensä toteutuneisiin suoritteisiin, mutta osa tiedoista saattaa olla suunnittelujärjestelmästä saatavia laskennallisia tekijöitä (kilometrit ja ajoaika).

2.2.3 Tietotekniikan hyödyntäminen kuljetuksissa (Rantanen 1992)

Perinteiset tietotekniikan soveltamisalueet kuljetusten hallinnassa ovat suoritteiden seuranta sekä kuljetusmaksujen laskenta ja tilitys. Näissä käytettävät järjestelmät ovat taloushallinnon sovelluksia, jotka eivät ole käyttökelpoisia varsinaisen kuljetustoiminnan tukena.

Kuljetustoimintaa tukevat operatiivisen tason tietojärjestelmät ovat näihin päiviin asti painottuneet ennakosuunnitteluun (kuormat ja reitit). Ennakosuunnitteluohjelmistojen käyttö on hyödyllistä esimerkiksi päivittäistavaroiden jakelukuljetuksissa.

Tilanne on ongelmallisempi kuljetustoiminnassa, jossa reitti muotoutuu ajotehtävän aikana uusien tilausten mukaisesti. Esimerkiksi tavaralinjaterminaalin nouto- ja jakelukuljetuksissa saattaa olla tällainen tilanne. Ennakosuunnittelua ei voida juurikaan hyödyntää, mutta operatiivisen ohjauksen merkitys on suuri. Operatiivinen ohjaus on perinteisesti ollut manuaalista, mutta nykyisin tietotekniikkaa voidaan hyödyntää operatiivisessa ohjauksessakin.

2.2.4 Kuljetusten ohjauksella ja hallinnalla saavutettavia hyötyjä (Rantanen 1992)

Jotta kuljetusyritys on valmis investoimaan hallintajärjestelmiin, on sen oltava vakuuttunut järjestelmien hyödyllisyydestä. Yritys haluaa kohtuullisen takaisinmaksuajan investointilleen ja kilpailuetua markkinoilla. Hallintajärjestelmien avulla tavoiteltavia hyötyjä ja investointiperusteita ovat

- hukka-ajon väheneminen, mikä merkitsee sekä tyhjänäajon vähenemistä että optimaalisia reitinvalintoja
- palvelutason paraneminen, mikä tarkoittaa aikaisempaa lyhyempää reagointiaikaa uuteen palvelutehtävään ja nopeampaa kuljettamista
- palvelutehtävien lisääntyminen aikayksikköä kohti eli ajoneuvokohtaisten suoritteiden lisääntyminen
- turvallisuuden lisääntyminen.

Tehokkaan ohjauksen ja hallinnan ansiosta kuljetuskalustomäärää voidaan pienentää tai samalla kalustolla saavutetaan suurempi suorite. Hyödyt näkyvät konkreettisesti pienentyneinä polttoaine- ja pääomakuluina sekä lisääntyneinä palvelutehtävinä.

3 KULJETUSTEN OPERATIIVINEN OHJAUS JA SIINÄ SOVELLETTAVAT TEKNIIKAT

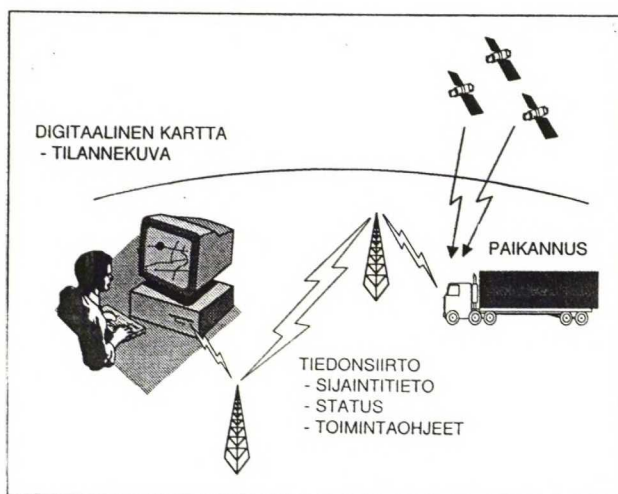
3.1 Perustietoja operatiivisesta ohjauksesta

Kuljetusten operatiivisella ohjauksella tarkoitetaan käynnissä olevan kuljetustoiminnan hallintaa eli uusien ohjeiden ja tehtävien antamista ajoneuvoille, kun ne ovat toteuttamassa aikaisemmin annettuja tehtäviä. Operatiivisessa ohjauksessa sovellettavia tekniikoita ovat:

- ajoneuvojen paikannus (ajoneuvonavigointi)
- tiedonsiirto ajoneuvojen ja kuljetusyhtiön ohjauskeskuksen välillä
- digitaaliset kartat ja karttatietokannat.
(Rantanen 1992.)

Tällainen järjestelmä, jossa on yhdistetty paikannus, tiedonsiirto sekä paikkatietojen hallinta ja visualisointi digitaalisten karttojen avulla, on esitetty kuvassa 4. Järjestelmälle on ominaista, että

- ajoneuvot paikannetaan automaattisesti ja tarkasti
- paikannustiedot siirretään langattomasti ohjauskeskuksen tietokoneeseen
- paikannustietojen perusteella muodostetaan ajan tasalla oleva tilannekuva digitaaliselle kartalle
- toimintaohjeet välitetään langattomasti ajoneuvoon. (Rantanen 1994.)



Kuva 4. Paikannus, tiedonsiirto ja digitaaliset kartat muodostavat operatiivisen ohjausjärjestelmän (Rantanen 1992).

Yksinkertaisimmillaan edellä kuvatussa ohjausjärjestelmässä tietokonetta käytetään ainoastaan sijainnin näyttämiseen ja viestien välittämiseen. Tällöin käyttäjä tekee itse kaikki ohjausratkaisut käyttäen tietokonetta vain apunaan. Kehit-

tyneemmissä järjestelmissä päätösvaltaa annetaan myös tietokoneelle: ohjelmisto voi esimerkiksi valita sopivimman auton kartalta ja määrittää sille optimaalisen ajoreitin. (Rantanen 1992.)

Operatiivisten ohjausjärjestelmien tyypillisimpiä sovelluskohteita ovat kuljetustehtävät, joissa

- toimitukset ovat kertaluonteisia, uusia kuljetustilauksia vastaanotetaan jatkuvasti ja ne pyritään liittämään aikaisempiin mahdollisimman tehokkaasti
- kuorman arvo on huomattavan suuri
- toimitusten saapumisaika on hallittava tarkasti
- kuljetuksen etenemistä halutaan seurata reaaliaikaisesti (vaarallisten aineiden kuljetukset). (Mäkinen & al. 1992.)

Reitti- ja kuormasuunnitteluohjelmistojen avulla suunnitellaan optimaaliset jakelureitit. Reittisuunnitteluohjelmistojen tulisi olla yhteydessä karttatietokantoihin ja liikennetilannetietokantaan, jotta saatavat reitit olisivat mahdollisimman optimaalisia.

3.2 Ajoneuvonavigointi

Käsite navigointi on lähtöisin merenkulusta ja tarkoittaa aluksen paikan määrittämistä merellä turvallisen ja suoran reitin valitsemiseksi tavoiteltuun määräpaikkaan. Navigoinnin periaatteita voidaan soveltaa myös tiekuljetusten ohjauksessa. Tällöin puhutaan ajoneuvonavigoinnista. Ajoneuvonavigoinnin perustehtävät ovat

- sijainnin määrittäminen ja paikannus
- suunnistus
- reitinvalinta
- reittiopastus. (Karppinen 1993a.)

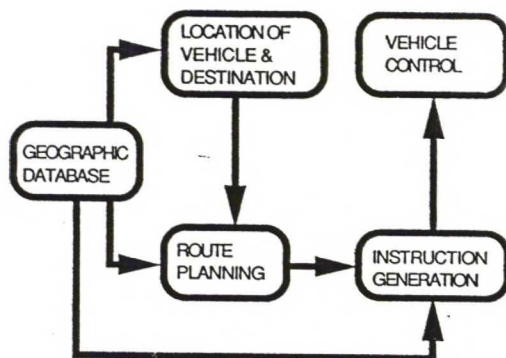
Sijainnin määrittämisessä selvitetään oman paikan koordinaatit, jotka sellaisenaan eivät kuitenkaan ole havainnolliset. Paikannus yhdistää koordinaatit karttaan. Tämä on olennainen toiminto kuljetusten ohjauksessa, jossa tavoitteena on saada havainnollinen käsitys ajoneuvon sijainnista suhteessa ympäristöön. Paikannusmenetelmät jaetaan itsenäisiin ja ei-itsenäisiin paikannustapoihin. (Karppinen 1993a.)

Kun oma sijainti on selvitetty, voi navigointitietokone laskea määräpaikan koordinaattien avulla suunnan ja etäisyyden määräpaikkaan. Käyttäjän kannalta suunnistuksen järkevä toteuttaminen edellyttää, että hänen ei tarvitse syöttää navigointitietokoneeseen määräpaikan koordinaatteja, vaan hän voi hyödyntää karttaan liitettyä paikannimitietokantaa. Tällöin riittää määräpaikan osoitteen syöttäminen koneeseen. (Karppinen 1993a.)

Reitinvalinta hyödyntää digitaalisia karttoja ja karttatietokantoja ja antaa parhaimmassa tapauksessa optimaalisen

ajoreitin lähtöpaikasta määräpaikkaan. Reittiopastus käyttää tätä tietoa hyväkseen tulostamalla kuljettajalle ajo-ohjeen ennen jokaista risteystä. Tulostustapoina voidaan käyttää erityyppisiä näyttöjä ja keinotekoisia puhetta. (Karppinen 1993a.)

Kuva 5 esittää digitaalisten karttojen, karttatietokantojen, paikannuksen, reittisuunnittelun ja reittiopastuksen yhteenkytkeytymistä navigoinnissa.



Kuva 5. Karttojen ja karttatietokantojen, paikannuksen, reittisuunnittelun ja reittiopastuksen järjestelmä ajoneuvonavigoinnissa (Mark 1989).

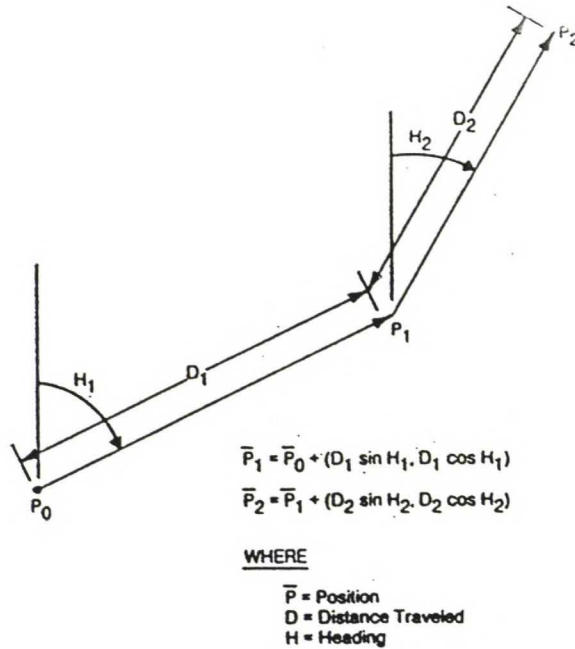
3.3 Paikannus

3.3.1 Itsenäinen paikannustapa

Itsenäisessä paikannuksessa ajoneuvo paikannetaan ajoneuvon omilla laitteilla ilman ulkopuolista tietoa. Paikannukseen tarvittava laitteisto on ajoneuvossa, mikä tekee itsenäisestä paikannuksesta kalliin käyttäjän kannalta. Toisaalta se ei vaadi julkisia investointeja. (Karppinen 1992.)

Itsenäiselle paikannuslaitteelle on teoriassa kerrottava vain kerran laitteen sijainti, minkä jälkeen laite laskee uuden sijainnin keräämänsä tiedon perusteella. Itsenäisiä paikannusmenetelmiä ovat inertianavigointi ja vektoripaikannus. Inertianavigointia ei juurikaan käytetä siviiliajoneuvoissa, minkä vuoksi tässä käsitellään vain vektoripaikannusta, josta käytetään myös nimityksiä murtoviiva- ja vektorisuunnistus. (Karppinen 1993a.)

Vektoripaikannuksessa tarvitaan alkutietona lähtöpaikka, jonka suhteen mitataan kuljettu matka ja suuntakulma. Kun mittaus toistetaan riittävän usein (esimerkiksi sekunnin välein), on paikannustarkkuus tyydyttävä. Uusi sijainti on aikaisempien matkojen ja suuntien summa. Vektoripaikannuksen periaate on esitetty kuvassa 6. (Karppinen 1993a.)



Kuva 6. Vektoripaikannus (Karppinen 1990c).

Tieto kuljetusta matkasta saadaan tavallisesti pyöräantureiden avulla. Pyöräantureiden mittaustarkkuuteen vaikuttavat pyörän luisto, rengaspaine, sortokulma ja ajoneuvon kuormitus. (Karppinen 1993a.)

Suunnan määrittämisessä käytetään seuraavia menetelmiä ja niiden yhdistelmiä:

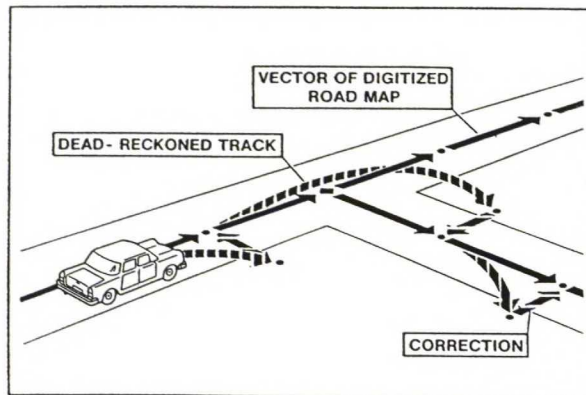
- matkaeromittaus
- elektroninen kompassi
- kuituoptinen hyrrä
- kaasukiertonopeusanturi
- värähtelygyroskooppi (Karppinen 1993a).

Vektoripaikannuksen virhe on kumulatiivinen, koska sijaintikoordinaatit perustuvat aina edellisiin arvoihin. Paikannuksen tarkkuuteen vaikuttavat lähtöpaikan koordinaattien tarkkuus, tarvittavien laskutoimitusten tarkkuus ja mitattavien suureiden virheet. Vektoripaikannus tarvitseekin yleensä tuekseen jonkin toisen paikannusmenetelmän. (Karppinen 1992.)

Parhaimmillaan vektoripaikannuslaitteilla on päästy noin 3 %:n virheisiin. Itsenäinen paikannuslaite kadottaa sijaintinsa autoa hinattaessa tai sen liikkuessa junan tai autolautan mukana, koska pyöräanturit eivät tällöin välitä tietoa. Matkan jatkuessa normaaliin tapaan on kuljettajan syötettävä laitteeseen uusi todellinen sijainti. (Karppinen 1993a.)

Vektoripaikannusta voidaan tarkentaa karttasovituksella. Karttasovitus perustuu ajoneuvolaitteistossa olevaan digitaaliseen karttaan, johon laitteiston tietokone jatkuvasti vertaa antureiden perusteella laskettua sijaintia. Ohjelmisto tunnistaa karttatietokannan katuverkosta anturisignaaleja vastaavan ajoreitin olettamalla auton ajavan enimmäkseen kadulla. Jos kasaantuvan virheen vuoksi näyttää, ettei auto kuljekaakaan kadulla, ohjelma korjaa sijainnin takaisin todennäköisimpään kadulla olevaan pisteeseen. (Karppinen 1990a.)

Karttakorjaustekniikkaa havainnollistaa kuva 7.



Kuva 7. Karttakorjaustekniikka (Karppinen 1990a).

3.3.2 Bosch Travelpilot

Sovellusesimerkkinä itsenäisestä paikannuksesta käsitellään vuonna 1989 markkinoille tullutta Bosch Travelpilotia, joka on ensimmäinen eurooppalainen kaupallinen ajoneuvonavigointijärjestelmä. Travelpilot on itsenäinen navigointilaitte, joka hyödyntää vektoripaikannusta. Se koostuu seuraavista osista:

- anturit
- tietokone ohjelmistoinen eli keskusyksikkö
- käyttäjäliitännä. (Karppinen 1990b.)

Ajoneuvon pyöriin sijoitetut anturit mittaavat ajettua matkaa ja suunnanmuutoksia. Lisäksi ajoneuvossa on elektroninen kompassi, joka määrittää ajoneuvon suunnan suhteessa maan magneettikenttään. (Karppinen 1993a.)

Keskusyksikön tehtävänä on laskea ajoneuvon sijainti antureiden antamien tietojen perusteella. Lisäksi sijainti näytetään näyttöpäätteellä karttaohjelmiston avulla. (Karppinen 1993a.)

Travelpilotin käyttäjäliitännä koostuu monitorista ja sen yhteyteen sijoitetuista 12 näppäimestä, joiden avulla käyttäjä kommunikoi laitteen kanssa. Monitorin karttanäytöllä ajoneuvon oma sijainti esitetään nuolella ja määräpaikan sijainti vilkkuvalla tähdellä. Ajon aikana kartta liikkuu ja

autoa osoittava nuoli pysyy paikallaan. Näytön yläreunassa näkyvät etäisyys ja suunta määräpaikkaan sekä pohjoissuunta. (Karppinen 1990b.)

Travelpilotissa on karttasovitustekniikka. Karttasovituksesta huolimatta Travelpilot kadottaa tietyissä tapauksissa sijaintinsa niin, että käyttäjän on itse tehtävä sijainnin korjaus. Travelpilotin alkuperäisessä versiossa ei ole reitinvalintaa eikä reittiopastusta, mutta myöhemmässä kehitysversiona nämä toiminnot ovat. (Karppinen 1993a.)

3.3.3 Ei-itsenäinen paikannustapa

Ei-itsenäiset paikannusjärjestelmät tarvitsevat sijaintitiedon tuottamiseen ulkopuolisia laitteita. Järjestelmät perustuvat pääosin radioaaltojen hyväksikäyttöön. Radiopaikannus vaatii lähettimen ja vastaanottimen, joiden asennuspaikat vaihtelevat eri järjestelmissä. (Karppinen 1993a.)

Ei-itsenäisen paikannuksen etuna on sen tuottaman sijaintitiedon absoluuttisuus verrattuna maahan kiinnitettyyn kiinteään koordinaatistoon. Ajoneuvosta puuttuvat kumulatiivista virhettä aiheuttavat anturit eikä kuljettajan tarvitse syöttää laitteeseen lähtöpaikan koordinaatteja. Itsenäisten ja ei-itsenäisten järjestelmien yhdistelmät ovat paras ratkaisu navigoinnissa, sillä yhdistelmässä voidaan eliminoida järjestelmien heikkouksia. (Karppinen 1993a.)

Ei-itsenäiset paikannusjärjestelmät voidaan jaotella seuraavasti:

- induktiiviset silmukat
- lyhyen toimintasäteen radiopaikannus
- pitkän toimintasäteen radiopaikannus
- satelliittipaikannus (Karppinen 1993a.).

Induktiiviset silmukat

Induktiivisiin silmukoihin perustuvassa paikannuksessa tiehen risteysten läheisyyteen upotetut silmukat toimivat antenneinä autossa olevalle lähetin-vastaanottimelle. Autolaitteisto aktivoituu, kun auto saapuu silmukan päälle. Autolaitteisto lähettää koodin tienvarsilaitteeseen, joka lähettää sijaintitiedot autoon. Tällaista järjestelmää voidaan käyttää myös reittiopastukseen. Järjestelmiä on testattu USA:ssa, Saksassa ja Japanissa. (Karppinen 1993a.)

Lyhyen toimintasäteen radiopaikannus

Lyhyellä paikannussignaalin kantomatkalla toimivat järjestelmät koostuvat ajoneuvossa olevasta lähetin-vastaanottimesta sekä esimerkiksi liikennevalopylväissä olevista tiedonsiirtomajakoista. Myös näitä järjestelmiä voidaan käyttää pelkän paikannuksen lisäksi reittiopastukseen.

Tiedonsiirtoyhteys on kaksisuuntainen, jolloin ajoneuvossa oleva lähetin lähettää majakalle tiedon matkan määräpaikasta. Majakassa oleva lähetin lähettää autovastaanottimeen sijaintitiedon sekä tiedon nopeimmasta reitistä. Järjestelmän keskuskone on yhteydessä tienpitäjän liikenteen seurantajärjestelmiin, mikä mahdollistaa optimaalisen reitin löytämisen. (Karppinen 1993a.)

Induktiivisiin silmukoihin verrattuna lyhyen toimintasäteen radiopaikannus on helppo ja edullinen toteuttaa, koska ajoradan päällysteeseen ei tarvitse koskea. Induktiivisten silmukoiden asennus vaatii vähintään ajoradan päällysteen leikkaamista. (Karppinen 1993a.)

Lyhyen kantaman radiopaikannus tarvitsee toimiakseen tiheän radiomajakkaverkon, mikä on tämän paikannustavan ongelma. Sen sovelluskohteita ovatkin lähinnä vain kaupunkialueet. Ongelmia aiheutuu silloin, kun iso ajoneuvo peittää vastaanottimen antennin ja majakan välisen suoran yhteyden. (Karppinen 1990c.)

Pitkän toimintasäteen radiopaikannus

Pitkän toimintasäteen radiopaikannuksessa radiolähettimen kantomatkana on kymmenistä kilometreistä tuhansiin kilometreihin. Näitä hyperbelipaikannusjärjestelmiä käytetään yleensä merenkulun ja ilmailun sovelluksissa. Maanpäällisissä ajoneuvosovelluksissa ne eivät ole kovinkaan yleisiä, koska niillä ei saavuteta riittävää tarkkuutta. (Karppinen 1993a.)

Satelliittipaikannus

Satelliittipaikannus perustuu maata kiertäviin, radioaaltoja lähettäviin satelliitteihin ja maassa oleviin vastaanottimiin. Paikannukseen tarvitaan etäisyys vastaanottimesta 2 - 4 satelliittiin. Satelliitin ja vastaanottimen välinen etäisyys määritetään satelliitin lähettämän signaalin kulkuajan perusteella olettaen signaalin kulkevan valon nopeudella. Signaalien kulkuajan mittaamiseen käytetään erittäin tarkkoja atomikelloja. (Karppinen 1993a.)

Satelliittien avulla tapahtuvaa paikanmäärittystä on käytetty jo 1960-luvulta lähtien, mutta vasta nyt se on yleistymässä monissa sovelluksissa. Satelliittijärjestelmillä on huomattavia etuja maanpäällisiin järjestelmiin verrattuna. Näitä etuja ovat

- globaalisuus eli järjestelmiä voidaan käyttää kaikkialla maapallolla
- tarkkuus
- monipuoliset käyttömahdollisuudet. (Lähteenmäki 1987.)

Käyttäjän kannalta satelliittipaikannus on edullista, sillä käyttäjän on hankittava ainoastaan vastaanotinlaitteisto. Sen sijaan satelliittipaikannusjärjestelmän perustajan ja

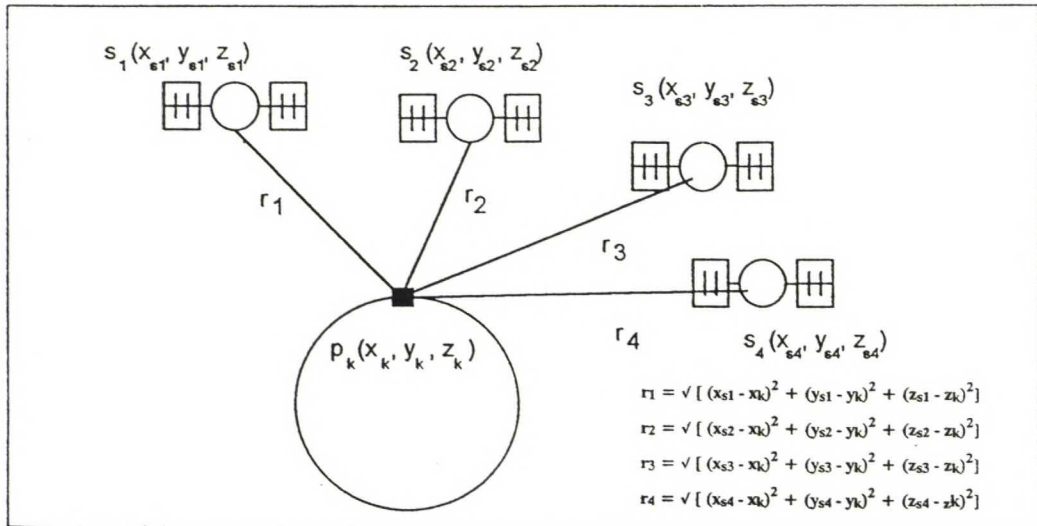
ylläpitäjän on tehtävä suuria investointeja avaruuteen lähetettäviin satelliitteihin ja maassa tarvittaviin ohjauskeskuksiin. Satelliittipaikannuksen ongelmana on satelliittien signaalien vastaanoton vaikeus korkeiden rakennusten katveessa, tunneleissa sekä metsäisillä ja vuoristoisilla seuduilla (Karppinen 1990c).

Esimerkkeinä satelliittipaikannuksesta käsitellään GPS- ja RDSS-paikannusjärjestelmiä.

3.3.4 GPS

GPS (Global Positioning System) on Yhdysvaltain puolustusministeriön kehittämä satelliittipaikannusjärjestelmä. Kehitystyön tavoitteeksi asetettiin maailmanlaajuinen ja aina käytettävissä oleva edullinen paikannusjärjestelmä. GPS onkin osoittautunut niin hyväksi järjestelmäksi, että sitä käytetään myös useissa siviilisovelluksissa. Ensimmäiset GPS:n siviilisovellukset olivat geodesiaan liittyviä, mutta myös erilaiset tiekuljetusten ohjaus- ja hallintasovellukset ovat yleistyneet, kun satelliittien määrä on lisääntynyt. GPS on merkittävin nykyisistä satelliittipaikannusjärjestelmistä ja sellainen se tulee varmasti olemaan tulevaisuudessakin. (Gerland 1994.)

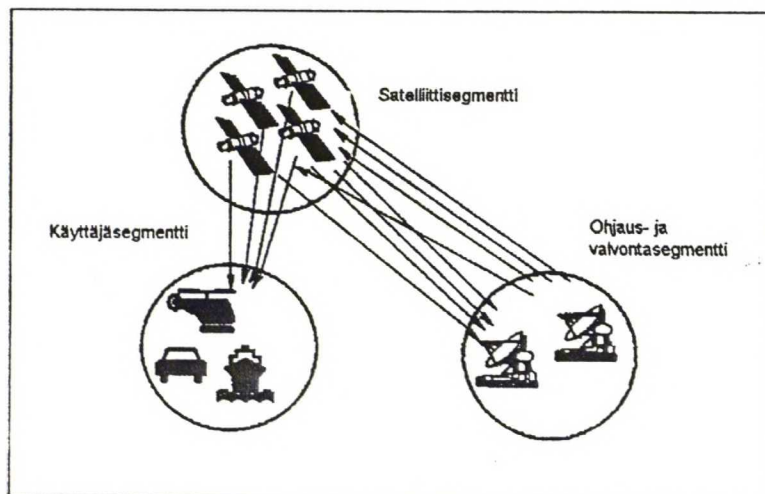
Kohde paikannetaan GPS-järjestelmässä mittaamalla satelliittien lähettämien signaalien kulkuajat kohteessa olevaan vastaanottimeen. Kulkuajojen avulla saadaan satelliittien ja vastaanottimen väliset etäisyydet, kun oletetaan signaalien kulkevan valon nopeudella. Teoriassa paikannus voidaan tehdä, kun tiedetään vastaanottimen etäisyys kolmeen satelliittiin. Satelliittien ja vastaanottimien kellovirheidен eliminoimiseksi tarvitaan kuitenkin etäisyys myös neljanteen satelliittiin. Kun tiedetään etäisyydet neljään satelliittiin, voidaan vastaanottimen koordinaatit ratkaista neljän yhtälön yhtälöryhmästä. Kuvassa 8 esitetään GPS-paikannuksen periaate. (Karppinen 1993a.)



Kuva 8. GPS-paikannus (s = satelliitit, k = kulkuneuvo) (Karppinen 1993a).

GPS-järjestelmä koostuu kolmesta eri segmentistä (kuva 9), jotka ovat:

- järjestelmän ohjaus- ja valvontasegmentti
- avaruus- eli satelliittisegmentti
- käyttäjäsegmentti. (Karppinen 1993a.)



Kuva 9. GPS-järjestelmän segmentit (Karppinen 1993a).

Ohjaus- ja valvontasegmentti (Bäckström 1990)

Satelliittien sijainnit on tunnettava tarkasti, koska paikannääritys perustuu satelliittien ja vastaanottimen välisen etäisyyksien määrittämiseen. Viisi ohjausasemaa sekä yksi master-asema ohjaavat ja seuraavat satelliittien kiertoratoja ja kelloja.

Miehittämättömiä ohjausasemia ohjataan master-asemalta. Master-asema on koko järjestelmän keskus ja se saa jatkuvasti mittaustietoja ohjausasemilta. Saatujen tietojen perusteella master-asemalla lasketaan satelliittien tulevat radat ja mahdollisesti tarvittavat korjaukset.

Avaruus- eli satelliittisegmentti

Satelliittisegmentti koostuu 24 satelliitista, joista 21 on varsinaisia satelliitteja ja 3 varasatelliitteja. Satelliitit ovat geosynkronisia satelliitteja eli niiden kulku radallaan on synkronoitu maan kiertoliikkeeseen akselinsa ympäri siten, että satelliittien sijainnit ja nopeudet maanpinnan suhteen ovat yksikäsitteisesti määritetyt. Kiertorata voi kulkea maapallon napojen kautta tai jossakin kulmassa maan akseliin nähden. (Karppinen 1993a.)

Satelliitit kiertävät maapalloa noin 20 000 km:n korkeudessa ja niiden kiertoradat on asetettu siten, että vähintään neljä satelliittia on aina käytettävissä paikannukseen missä tahansa pisteessä maapallon pinnalla. (Bäckström 1990.)

Käyttäjäsegmentti

Käyttäjäsegmenttiin sisältyy GPS-vastaanotin antennineen, tietokoneineen ja näyttöyksikköineen. Käyttäjän laitteiston tietokone määrittää sijainnin käsittelemällä satelliittien lähettämiä signaaleja. (Karppinen 1993a.)

Tavallisen GPS-paikannuksen tarkkuus on +/- 50 m. Jos käytetään suhteellista GPS:ää (DGPS), päästään 5 m:n paikannustarkkuuteen. DGPS:ssä tarvitaan kiinteä asema, referenssiasema, jonka tarkka sijainti tiedetään. Tämä asema seuraa kaikkia horisontin yläpuolella olevia satelliitteja vastaanottaen niiden signaalit. Kun signaalien perusteella laskettuja koordinaatteja verrataan aseman todellisiin koordinaatteihin, voidaan koordinaattieroista laskea korjaustermit kullekin satelliitille. Nämä korjaustermit välitetään liikkuville vastaanottimille. (Gerland 1994.)

Satelliittisignaalien keskeytymätöntä vastaanotettavuutta ei voida aina taata. Tässä suhteessa ongelmallisia alueita ovat suurkaupungit, joissa korkeat talot ja tunnelit aiheuttavat katvealueita. Myös signaalien heijastuminen rakennuksista haittaa GPS-paikannusta kaupungeissa. Vuoristot ja metsäalueet vaikeuttavat paikannusta kaupunkien ulkopuolella. (Koskelo 1992.)

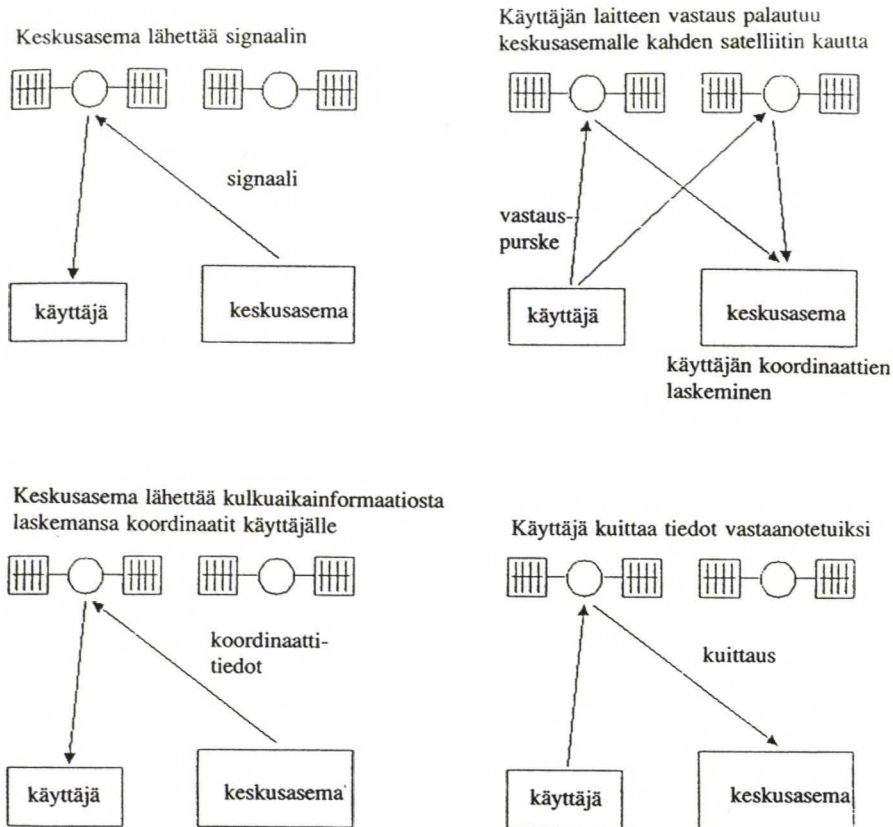
Koska GPS on USA:n puolustusministeriön ylläpitämä järjestelmä, saattaa siviilikäyttö vaikeutua kriisien aikana. Vaikka siviilikäyttöä ei kokonaan estettäisikään, heikkenee paikannustarkkuus noin 150 metriin, jos USA aloittaa sotilashäirinnän. (Koskelo 1992.)

3.3.5 RDSS (Lähteenmäki 1987)

RDSS (Radio Determination Satellite Service) on siviilikäyttöön tarkoitettu satelliitteihin perustuva paikannus- ja tiedonsiirtojärjestelmä. Järjestelmää on kehitetty sekä USA:ssa että Ranskassa.

RDSS-paikannus perustuu GPS:n tapaan vastaanottimen ja satelliitin välisen etäisyyden mittaamiseen signaalin kulkuajan perusteella. Järjestelmällä on kuitenkin yksi periaatteellinen ero: RDSS:ssä käyttäjän laite toimii myös lähettimenä ja etäisyys mitataan keskusmaa-asemalta satelliitin kautta käyttäjälle ja takaisin kulkevan signaalin kulkuajan perusteella.

Käyttäjän laitteiston kaksiulotteiset koordinaatit saadaan, kun yhden satelliitin kautta keskusasemalta käyttäjälle lähetetty signaali lähetetään takaisin kahden satelliitin kautta. Tällöin etäisyys kahteen satelliittiin on laskettavissa, kun keskusaseaman ja satelliittien koordinaatit tunnetaan. Kustannusten minimoimiseksi paikannääritys on kaksiulotteinen, jolloin ajoneuvon paikantamiseen tarvitaan vain kahta satelliittia. Korkeuskoordinaatti määritetään erillisen korkeusmittarin avulla. RDSS-paikannuksella päästään noin 5 m:n tarkkuuteen. RDSS-paikannuksen periaate on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. RDSS-paikannus (Lähteenmäki 1987).

3.4 Digitaaliset kartat ja karttatietokannat

3.4.1 Käyttö kuljetusten ohjauksessa

Kuljetusten ohjausjärjestelmissä tarvitaan digitaalisia karttoja ja karttatietokantoja liittymäksi järjestelmän ja käyttäjän välille. Kartta havainnollistaa paikannusjärjestelmän antamat sijainti- ja reittitiedot.

Digitaalseksi (numeeriseksi) kartaksi kutsutaan karttaa, jonka tiedot on tallennettu tiedostoon tai tietokantaan ja josta voidaan atk-ohjelmalla saada visuaalinen tuloste. Digitaalinen kartta voi olla painettu, tulostettu tai kuvaruudulle tuotettu kartta. (Artimo 1992.)

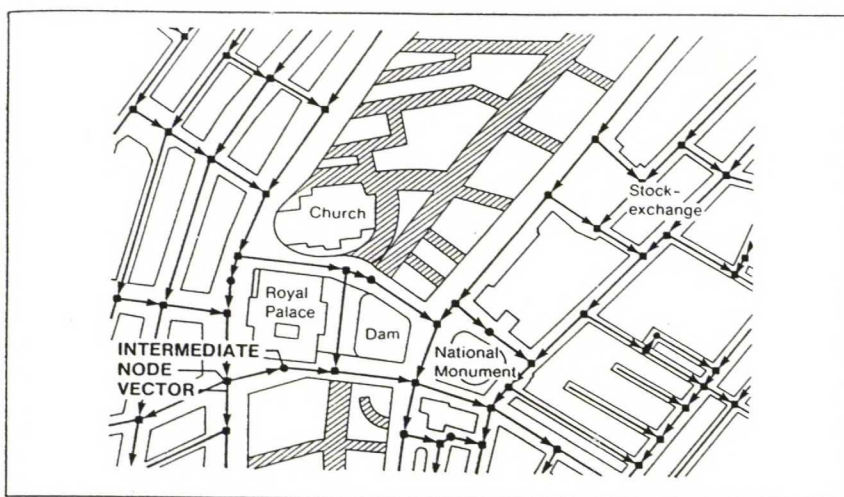
3.4.2 Karttatyypit

Digitaalisessa kartassa paperikartan graafinen tieto on muunnettu tietokoneen ymmärtämään muotoon. Muunnosten kaksi pääryhmää ovat matriisi- ja vektorimuunnos.

Matriisimuunnoksessa alkuperäinen kartta jaetaan pieniin pisteisiin, pikseleihin. Jos kartan tiettyä kohtaa vastaa-

vassa pikselissä on katu tai tie, on pikselin arvo yksi, muutoin se on nolla. Kartta voidaan siten esittää tietokoneen muistissa ykkösistä ja nolista koostuvana matriisina. (Karppinen 1993a.)

Vektorimuunnoksessa jokainen tie tai katu kuvataan päätepis-teidensä avulla. Suora tie ilman risteyksiä vaatii kuvatuksi tullakseen kahden pisteen koordinaatit. Mutkainen tie kuva-taan lyhyinä suorina pätkinä, jotka yhdistetään toisiinsa ilmoittamalla suorien välinen kulma. Kyseessä on siis vekto-ri, jonka pituus ja suunta on annettu. Vektorimuunnos on huomattavasti työläämpi toimenpide kuin matriisimuunnos, mutta vektorimuunnoksessa tietoa käsitellään tehokkaammin. Kuvassa 11 on esitetty kaupunkikartan vektorointi. Matriisi- ja vektorikarttoja voidaan myös yhdistellä. (Karppinen 1993a.)



Kuva 11. Kaupunkikartan vektorointi (Karppinen 1993a).

Tehokkain väline karttojen tallennukseen on CD-ROM-levy. On-gelmana on tietojen ajantasalla pitäminen, sillä CD-ROM-le-vyihin ei voi jälkeempäin tehdä muutoksia. Käyttäjän on ostettava uusia levyjä, jos hän haluaa ylläpitää ajantasalla olevaa tie- ja katuverkkokarttaa. (Karppinen 1993a.)

Suomessa Karttakeskus digitoi GT-karttaan ja tarkempiin karttoihin pohjautuen teiden keskiviivat. Tämä on riittävän tarkka menetelmä ajoneuvonavigointisovelluksiin. Aineisto on tarkoitus pitää jatkuvasti ajantasalla, mikä vaatii tiivistä yhteistyötä kaupunkien ja tielaitoksen kanssa. Digitaalisten karttojen yhdenmukaistamiseksi kehitteillä on standardi, jossa määritellään standardisoidut, tietokoneen ymmärtämät kuvaukset eri karttasymboleille (esimerkiksi pysäköintialue) ja toiminnoille (esimerkiksi kääntyminen vasemmalle kiellet-ty). (Artimo 1992.)

3.4.3 Karttatietokannat

Kuljetusten ohjaus- ja hallintajärjestelmissä pelkkä digitaalinen kartta yksistään ei ole riittävä. Optimaalisen reitin löytämiseksi tarvitaan paikkatiedon lisäksi tietoja liikenne-, katu- ja tieoloista. Näiden tietojen saamiseksi karttoihin on liitettävä karttatietokantoja.

Karttatietokannalle voidaan asettaa seuraavat vaatimukset:

- kohteen määrittely
- suunnittelu
- opastus
- paikkannus. (Karppinen 1993a.)

Kohteen määrittely

Kuljettajan on voitava ilmoittaa ohjelmistolle matkan määräpaikka mahdollisimman helposti. Tämä vaatii ohjelmistolta käännöstoimenpidettä määräpaikan osoitteen ja karttasijainnin välillä: koneen on löydettävä ilmoitettua osoitetta vastaava kohta kartalta. Tietokantaan on siis tallennettava osoitetiedot kadunnimiseen ja numeroineen ja osoitetietoja vastaavat karttakoordinaatit. (Karppinen 1993a.)

Suunnittelu

Optimaalisen ajoreitin löytämiseksi tietokannassa on oltava seuraavia tietoja:

- yksityiskohtia katu- ja tieverkosta (liikennevalot, kielletyt kääntymissuunnat, yksisuuntaiset kadut ja kaistojen käyttörajoitukset)
- päivitettyt tiedot kadun ja tien kunnosta ja liikennemääristä
- nopeusrajoitukset
- katuhierarkia. (Karppinen 1993a.)

Staattnen reitINVALINTA perustuu kerran talletettuun, muutumattomaan tietokantaan. Tällaisessa tapauksessa optimireitin löytämistodennäköisyys pienenee ajan myötä, sillä tieverkko muuttuu jatkuvasti. (Karppinen 1993a.)

Dynaaminen reitINVALINTA hyödyntää ajantasalla olevaa tietokantaa. Tielaitoksen automaattinen liikenteenmittausjärjestelmä yhdistettynä tietokantoihin mahdollistaisi optimaalisen reitin löytämisen erityisesti pitkillä matkoilla. (Karppinen 1993a.)

Opastus

Oikean ajosuunnan osoittaminen edellyttää tietokannalta tiettyjä lisätietoja, joista esimerkkinä ovat moottoriteiden ramppien merkinnät (tekstit, tienumerot ja suunnat). (Karppinen 1993a.)

Paikannus

Tietokannan on oltava riittävän tarkka, jotta käyttäjä luottaisi ohjausjärjestelmään. Paikannus perustuu topografisiin tietoihin, joiden alkuperäinen tarkkuus ja päivitettävyyys ovat keskeisiä digitaalisen kartan ja sitä kautta koko ohjausjärjestelmän luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä. (Karppinen 1993a.)

Kun karttatietokantoja luodaan ja päivitetään, on tehtävä yhteistyötä eri viranomaisten kanssa. Käyttäjä voi päivittää karttatietokantansa

- olemalla yhteydessä jatkuvasti päivitettävään keskustietokantaan tai
- ostamalla uuden tietokantalevykkeen. (Marttinen 1994.)

3.4.4 Genimap TransPlanner (Genimap 1994)

Esimerkkinä karttaohjelmistoista käsitellään Genimap TransPlanneria. Genimap TransPlanner on kotimainen karttaohjelmisto, joka soveltuu kuljetusten ohjauksen apuvälineeksi. Kartan tieverkko on vektorimuotoinen ja sisältää kaikki Suomen yleiset tiet. Eri paikkakuntien väliset etäisyystiedot on saatu tielaitoksen rekistereistä.

TransPlanner on tarkoitettu erityisesti tehtäviin, joissa optimaalinen reitti ja sen ominaisuudet ovat olennaisia. Kuljetusten ohjauksessa ohjelmistoa voidaan käyttää seuraavien ongelmien ratkaisemisessa:

- eri paikkakuntien välisen lyhyimmän, nopeimman ja halvimman reitin etsiminen
- useiden paikkakuntien kautta kulkevan reitin pituuden, kestoajan ja kustannusten määrittäminen
- tiettyjen paikkojen kautta kulkevan optimaalisen ajoreitin etsiminen
- kustannusvaikutusten määrittäminen, kun lisätään tai poistetaan reitin käyntipaikkoja
- kustannusvaikutusten määrittäminen, kun vaihdetaan ajoneuvoa.

Ohjelmiston käyttöliittymän keskeinen osa on tietokoneen ruudulla näkyvä Suomen kartta, jonka mittakaavaa voidaan muuttaa. Lisäksi karttaa voidaan siirrellä portaattomasti eri suuntiin. Käyttäjä voi sijoittaa kartalle itselleen tärkeitä pisteitä (jakelupisteet). Ohjelmisto näyttää tekemiensä suunnitelmien tulokset (halvin jakelureitti) kartalla.

TransPlanner-ohjelmistoa voidaan käyttää sellaisenaan tai se voi olla osa laajempaa ohjausjärjestelmää. Sitä sovelletaan Aplicom-ohjausjärjestelmässä, jota käsitellään myöhemmin.

3.5 Tiedonsiirto

3.5.1 Tiedonsiirto kuljetusten ohjauksessa

Tiedonsiirto on olennainen osa kuljetusten ohjausjärjestelmiä. Kaksisuuntainen tiedonsiirto on tehokkaan kuljetusten ohjauksen edellytys: paikannustiedot on pystyttävä siirtämään nopeasti ajoneuvosta ohjauskeskukseen ja toisaalta ohjauskeskuksesta on pystyttävä antamaan ohjeita kuljettajalle.

Liikenteenharjoittajan harkitessa itselleen sopivinta tiedonsiirtovaihtoehtoa olisi seuraavat seikat otettava huomioon:

- vaadittava peittoalue
- kustannukset
- tiedonsiirron vaivattomuus
- järjestelmän laajennettavuus.

Nykyisin on tarjolla lukuisia tiedonsiirtoratkaisuja. Ne voidaan jakaa maanpäällisiin linkkiyhteyksiin ja toisaalta satelliittiyhteyksiin perustuviin järjestelmiin.

3.5.2 Linkkiyhteydet (Leisio 1992)

Linkkiyhteyksiin perustuva tiedonsiirtojärjestelmä koostuu seuraavista osista:

- ajoneuvoasema
- tukiasema (linkkiasema), joka välittää viestit toiseen tukiasemaan tai kiinteään puhelinverkkoon
- puhelinverkko.

Ajoneuvoaseman ja tukiaseman välinen yhteys perustuu radioaaltoihin ja on vaikeimmin hallittava ja koko järjestelmän siirtokapasiteetin määräävä osuus. Tukiasemasta otetaan yhteys kuljetusten ohjauskeskukseen tavallista puhelinverkkoa pitkin (tai radioyhteydellä matkapuhelimeen).

Linkkiyhteyksiä käytetään yleisesti, kun toimitaan kotimaassa ja naapurimaissa. Suomessa linkkiyhteydet toimivat käytännössä koko maassa. Mitä enemmän tukiasemia rakennetaan, sitä parempi toimivuus on. Linkkiyhteydet eivät kuitenkaan mahdollista koko maapallon eikä edes koko Euroopan kattavaa yhteysverkkoa, sillä Itä-Euroopassa linkkiyhteydet eivät toimi.

Esimerkkeinä linkkiyhteyksiin perustuvista tiedonsiirtosovelluksista käsitellään seuraavaksi NMT-, GSM- ja Mobitex-tiedonsiirtoja.

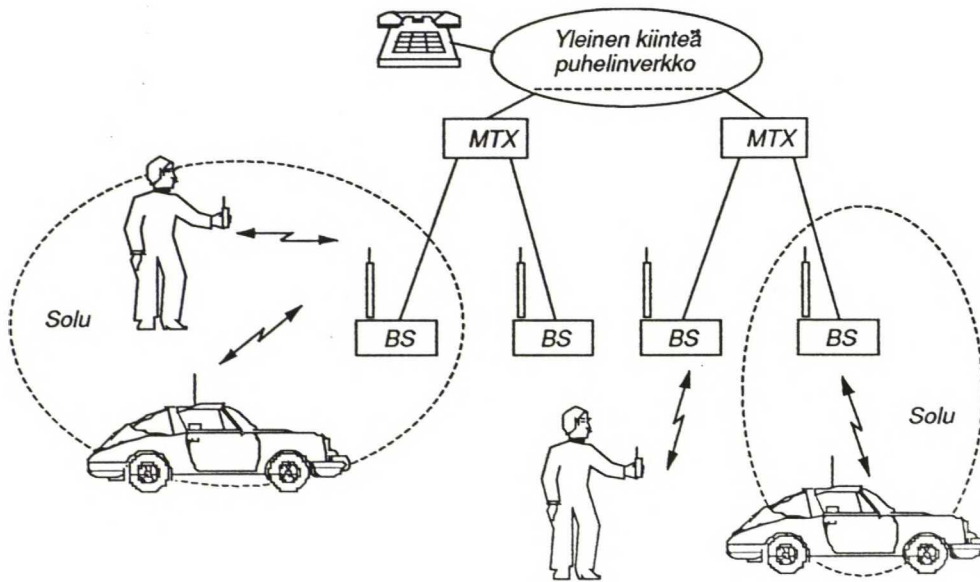
3.5.3 NMT (Hämeen-Anttila & al. 1994)

Pohjoismaiden telehallinnat alkoivat vuonna 1978 kehittää yhteistyössä pohjoismaista NMT-matkaviestinverkkoa (Nordic Mobile Telephone). NMT-verkko on maanpäällisiin linkkiyhteyksiin perustuva radiopuhelinverkko, joka on tarkoitettu ensisijaisesti puheviestintään. NMT-verkkoja on kaksi: NMT 450 ja NMT 900. NMT 450 toimii taajuudella 450 MHz ja NMT 900 vastaavasti taajuudella 900 MHz. Suomessa NMT-verkkoja ylläpitää Tele.

NMT-järjestelmä koostuu

- matkapuhelimista
- tukiasemista
- matkapuhelinkeskuksista ja
- kiinteästä puhelinverkosta.

Tukiasemat ovat lähetin- ja vastaanotinasemia, joihin matkapuhelimet ovat yhteydessä. Tukiasema on yhteydessä matkapuhelinkeskukseen, joka puolestaan liittyy kiinteään puhelinverkkoon. NMT-verkkoon kuuluu useita tukiasemia ja matkapuhelinkeskuksia. Matkapuhelinkeskuksen tehtäviä ovat puheluiden kytkentä, tilaajien hallinta, radioverkon hallinta sekä yhteydet kiinteään verkkoon ja muihin matkapuhelinkeskuksiin. Matkaviestinverkko on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. NMT-järjestelmä (BS = tukiasema, MTX = matkapuhelinkeskus) (Hämeen-Anttila & al. 1994).

NMT-verkot ovat solukkoverkkoja. Solukkoverkko tarkoittaa radioverkkoa, jonka toiminta perustuu tukiasemakohtaisiin peittoalueisiin. Kunkin tukiaseman antennin peittoaluetta kutsutaan soluksi. Solun koko vaihtelee tukiaseman lähetystehon ja taajuuden mukaan. Suurimmillaan solun säde voi matkapuhelinverkoissa olla 30 - 60 km.

Vaikka NMT-verkot ovat ensisijaisesti puheverkkoja, on myös datansiirto mahdollista. Datansiirto on mahdollista, kun NMT-puhelin varustetaan data-sovittimella, johon liitetään modeemi tai telekopiolaite. NMT-yhteyksiä ei kuitenkaan yleisesti sovelleta datansiirtoon tiedonsiirrossa esiintyvien häiriöiden vuoksi. Erityisesti siirtyminen solusta toiseen aiheuttaa häiriöitä.

NMT 450 -verkko, joka otettiin Suomessa käyttöön vuonna 1982, kattaa käytännöllisesti katsoen koko Suomen ja muut Pohjoismaat. NMT 450 -verkkoa on toteutettu myös Baltiassa ja joillakin Venäjän lähialueilla, kuten Viipurissa ja Pietarissa. NMT 900 -verkko otettiin Suomessa käyttöön vuonna 1986. Siinä käytetään pienempää solukokoa kuin NMT 450 -verkossa, jolloin käyttäjiä voi olla enemmän neliökilometriä kohden. NMT 900 onkin alunperin tarkoitettu käytettäväksi taajamissa. Pääteiden ja keskusten ulkopuolella on alueita, jonne NMT 900 -verkko ei ulotu. Verkon peittoalue on kuitenkin kasvamassa suuren kysynnän vuoksi. NMT 900 on Pohjoismaiden lisäksi käytössä Sveitsissä ja Hollannissa.

NMT-verkkojen etuja ovat yleisyys ja suuret peittoalueet. Kun NMT-puhelimet tulivat markkinoille, ne olivat iso edistysaskel myös kuljetusten ohjauksen ja hallinnan kannalta. NMT-puhelin on edelleenkin käyttökelpoinen ja varmasti myös yleisin apuväline varsinkin yksinkertaisissa kuljetusten ohjaus- ja hallintasovelluksissa.

3.5.4 GSM (Hämeen-Anttila & al. 1994)

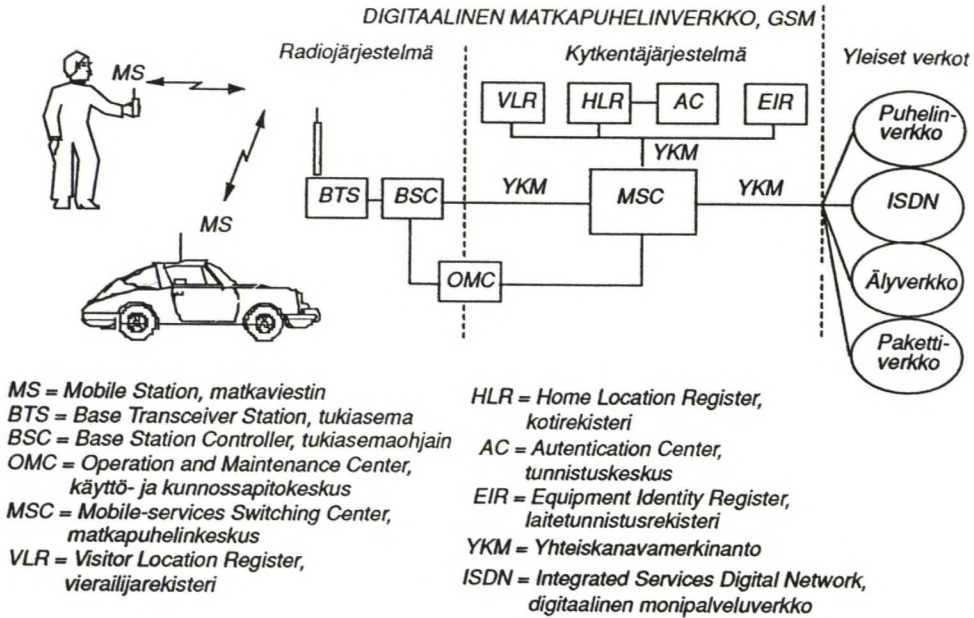
Euroopan yhdentymiskehityksen alkaminen loi paineita kehittää yhteinen eurooppalainen matkapuhelinjärjestelmä. Vuonna 1982 perustettiin työryhmä GSM-järjestelmän toteuttamista varten. Lyhenne GSM tulee ranskan kielisistä sanoista Groupe Special Mobile. Myöhemmin GSM-lyhenteelle keksittiin myös englanninkielinen vastine: Global System for Mobile communication.

GSM-järjestelmä perustuu NMT:n tavoin solukopperiaatteeseen ja koostuu matkapuhelimista, tukiasemajärjestelmästä, kytkentäjärjestelmästä sekä liittynnöistä ja sovituksista yleisiin verkkoihin. Tukiasemajärjestelmä jakautuu tukiasemaan ja tukiasemaohjaimeen. Tukiasemajärjestelmän tehtäviä ovat radiokanavien hallinta, puhelujen ohjaus ja tilaajien liikkuvuuden hallinta. Kytkenäjäjärjestelmässä matkapuhelinkeskus muodostaa yhteyden yleiseen puhelinverkkoon, tukiasemajärjestelmien välille tai toiseen matkapuhelinkeskukseen. Kytkenäjäjärjestelmään kuuluu lisäksi

- kotirekisteri, joka sisältää puhelun tilaajatiedot, tilaajan sijaintitiedot sekä puhelun ohjaus- ja laskutustiedot
- vierailijarekisteri, joka sisältää kyseisen vierailijarekisterin alueella tilapäisesti liikkuvan tilaajan tiedot
- tunnistuskeskus, joka sisältää puheluiden salauksessa tarvittavat tiedot

- laitetunnistusrekisteri, joka sisältää tiedot varastetuista tai viallisista matkapuhelimista.

GSM-verkon rakenne on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13. GSM-verkon rakenne (Hämeen-Anttila & al. 1994).

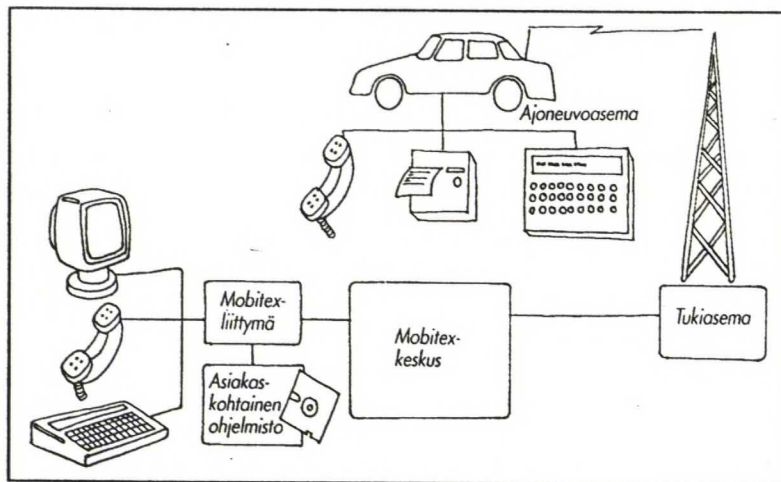
GSM-järjestelmässä matkapuhelimen ja tukiaseman välinen radiotie on täysin digitaalinen, minkä ansiosta yhteyden laatu on lähes yhtä hyvä kuin kiinteässä puhelinverkossa. Digitaalisuuden ja erityisen salaustekniikan ansiosta GSM-järjestelmän puheluita on käytännössä mahdotonta salakuunnella. GSM-järjestelmä käyttää kahta taajuusaluetta: 890 - 915 MHz ja 935 - 960 MHz. Suomessa GSM-palvelua tarjoavat Telen lisäksi yksityiset operaattorit. Puheen lisäksi GSM-verkko tarjoaa käytännössä lähes virheettömän datansiirron. Solukkopuhelinjärjestelmiä (NMT/GSM) voitaisiin hyödyntää myös ajoneuvopaikannuksessa, sillä matkapuhelin paikannetaan automaattisesti tietyin väliajoin. Sijaintitietojen välittäminen yritysten ohjauskeskuksiin tehostaisi kuljetusten ohjausta.

Vuoden 1993 alussa GSM-palvelu oli avattu kaupalliseen käyttöön kymmenessä Euroopan maassa ja se on laajenemassa myös joihinkin Euroopan ulkopuolisiin maihin, kuten Australiaan ja eräisiin Kauko-Idän maihin. GSM on siis euroopanlaajuinen järjestelmä, mikä on sille suuri etu NMT:hen verrattaessa. Suomessa GSM-verkko ei ole vielä yhtä kattava kuin NMT-verkot, mutta se laajenee jatkuvasti. GSM-verkko kattaa suurimmat kaupungit ja päätieverkon.

3.5.5 Mobitex

Linkkiyhteyksiin perustuva Mobitex on Telen ylläpitämä dataradioverkko, joka on tarkoitettu datan-, tekstin- ja puheensiiirtoon. Verkko soveltuu tiedonsiirtoon yrityksen operatiivisen tietojärjestelmän ja liikkuvan kaluston välille. (Ruha-Wickholm 1992.)

Asiakas tarvitsee ajoneuvoaseman, käyttäjäliittymän ja ohjelmiston, jotta hän voi käyttää Mobitex-järjestelmää kuljetusten ohjaukseen. Asiakaskohtainen ohjelmisto liittää kuljetusten ohjauskeskuksen halutulla tavalla liikkuvaan kalustoon. Mobitex-järjestelmä on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Mobitex-järjestelmän rakenne (Mäkinen & al. 1992).

Mobitex-verkko on pakettivälitteinen radioverkko. Pakettivälitteisessä verkossa siirrettävät sanomat jaetaan määrämukotoisiksi jaksoiksi. Määrämukotoisina jaksoina lähetettäviiä sanoman osia kutsutaan paketeiksi. Mobitex-verkossa lähetettyjä sanomia eivät häiritse yleiset radiotien häiriöt eivät-kä tukiasemien vaihdot. Yksi radiokanava pystyy välittämään 2 000 datapakettia tunnissa ja yhtä kanavaa kohti voi olla 200 käyttäjää. (Vaahtokivi & al. 1994.)

Mobitex-verkon tarjoamat palvelut ovat

- tekstiviesti
- dataviesti
- tilanneviesti
- ryhmäviesti
- hälytysviesti
- lähetyslista
- puhe
- postilaatikko (Auto, tekniikka ja kuljetus 1993).

Tekstiviestissä voi olla enintään 512 ASCII-standardin mukaista merkkiä. Pitemmät viestit on lähetettävä useassa osassa. Dataviesti voi myös sisältää enintään 512 merkkiä.

Se on käyttäjän vapaasti koodattavissa. (Ruha-Wickholm 1992.)

Tilanneviesti-toiminto tarjoaa nopean tavan lähettää erilaisia tilanneviestejä ohjauskeskuksen ja ajoneuvojen välillä. Käyttäjällä on mahdollisuus lähettää 256 erilaista numerokoodilla varustettua viestiä. Viestit määritellään järjestelmän rakentamisvaiheessa asiakaskohtaisesti ja ne lähetetään viestin numerokoodin avulla. (Auto, tekniikka ja kuljetus 1993.)

Ryhmäviesti-toiminnolla voidaan lähettää tekstiä, dataa tai puhetta kaikille tai tietyllä alueella oleville ennalta määritetyille ajoneuvoille. Ryhmäviestin perillemeno varmistetaan automaattisella viestintoistolla. (Auto, tekniikka ja kuljetus 1993.)

Hätätilanteessa voidaan lähettää ennalta sovittuun paikkaan 512 merkin hälytysviesti, joka koostuu vakio- ja muuttuvasta osasta. Hälytysviestien perillemenon varmistamiseksi ne ovat etuoikeutettuja viestejä. Lisäksi voidaan ottaa puhelinyhteys hälytysviestin lähettäjään. (Ruha-Wickholm 1992.)

Lähetyslista-toiminto nopeuttaa viestin perillemenoa silloin, kun lähettäjä haluaa kerralla välittää saman viestin enintään seitsemälle vastaanottajalle. Lähetyslista voidaan määritellä joko ennalta tai lähetysten yhteydessä. (Ruha-Wickholm 1992.)

Postilaatikko-toiminto varmistaa viestin välittymisen myös silloin, kun vastaanottajan laite on suljettu, puhelikäytössä tai katvealueella. Tässä toiminnossa viesti tallettuu elektroniseen postilaatikkoon, josta se lähtee vastaanottajalle heti, kun yhteys tähän toimii. Mobitex-verkossa on mahdollista puhua muiden verkon käyttäjien kanssa, jos laitteisto on varustettu erillisillä puhelaitteilla. (Auto, tekniikka ja kuljetus 1993.)

Mobitex on kehitetty alunperin Ruotsissa ja nykyisin sitä käytetään Suomen lisäksi Australiassa, Isossa-Britanniassa, Kanadassa, Norjassa ja Yhdysvalloissa (ATK 5/1993). Mobitex-tiedonsiirto on maakohtainen järjestelmä eli se ei mahdollista koko Euroopan kattavaa tiedonsiirtoa (Karppinen 1993b). Suomessa Mobitex-verkko toimii 160 MHz:n taajuusalueella ja tarjoaa laajan peittoalueen pohjoisinta Suomea lukuunottamatta (Närhi 1994).

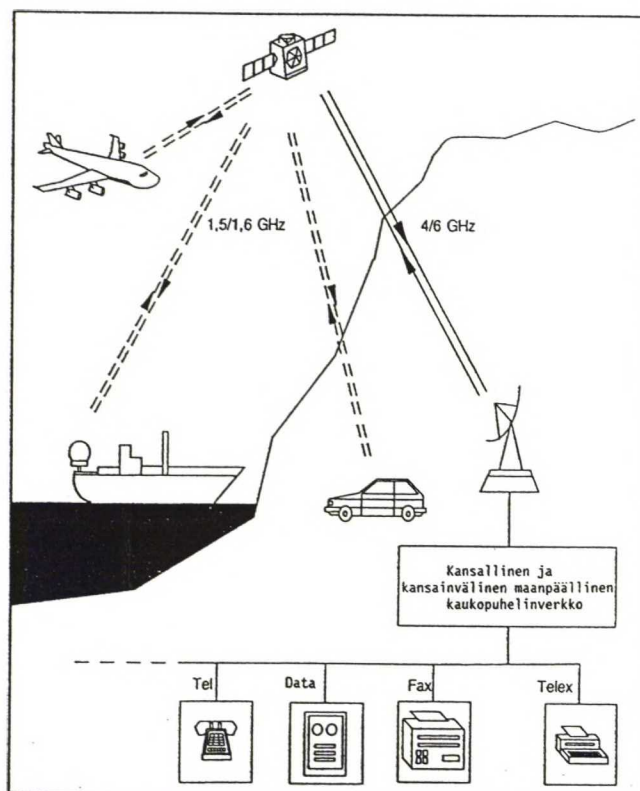
3.5.6 Satelliittiyhteydet (Mäkinen & al. 1992)

Satelliittitiedonsiirron etuja ovat yhteysverkon laaja maantieteellinen kattavuus sekä tiedonsiirron mahdollistuminen ilman tiheätä tukiasemaverkkoa. Satelliittitiedonsiirto vaatii kuitenkin järjestelmän perustajalta ja ylläpitäjältä suuria investointeja satelliitteihin ja maa-asemiin. Satelliittitiedonsiirtojärjestelmä koostuu seuraavista osista:

- tiedonsiirtosatelliitit
- maa-asemat

- ajoneuvoasema
- maanpäälliset tiedonsiirtoverkot.

Satelliittitiedonsiirrossa ajoneuvot ovat suorassa yhteydessä satelliitteihin. Yritykset ovat puolestaan yhteydessä satelliitteihin tavallisten maanpäällisten tiedonsiirtoverkkojen ja maa-asemien välityksellä. Satelliittitiedonsiirron periaate ilmenee kuvasta 15.



Kuva 15. Satelliittitiedonsiirron periaate (Mäkinen & al. 1992).

Satelliittitiedonsiirtojärjestelmät soveltuvat viestien ja paikannustiedon välittämiseen, kun harjoitetaan maailmanlaajuisia ulkomaanliikennettä. Suomalaisten yritysten ongelmana varsinkin satelliittitiedonsiirron kehittämisen alkuvaiheessa on maamme syrjäinen sijainti. Yhteydet ensisijaisesti Keski-Eurooppaan suunnatuista satelliiteista Suomessa liikkuviin ajoneuvoihin toimivat puutteellisesti etenkin Pohjois-Suomessa. Tämän vuoksi satelliittitiedonsiirron rinnalla käytetään yleisesti tavallisia matkapuhelinjärjestelmiä (NMT/GSM).

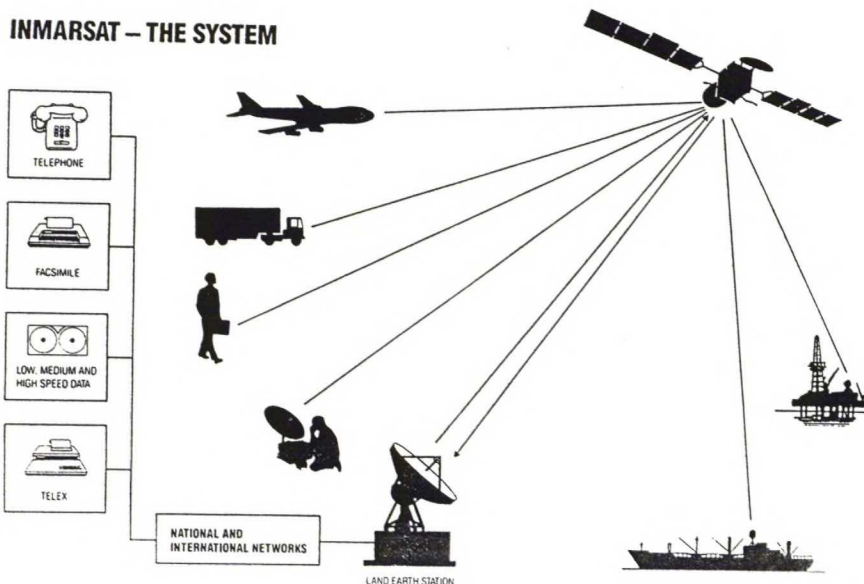
Esimerkkinä satelliittitiedonsiirrosta käsitellään Inmarsat-C-tietoliikennejärjestelmää.

3.5.7 Inmarsat-C

Inmarsat (International Maritime Satellite Organisation) on vuonna 1979 perustettu alunperin meriliikenteeseen keskittynyt kansainvälinen organisaatio, joka nykyisin tuottaa lähes koko maapallon kattavia tietoliikennepalveluja myös maa- ja ilmailiikenteen tarpeisiin (Inmarsat 1994a). Inmarsat tarjoaa satelliittien välityksellä lukuisia erilaisia tietoliikennepalveluja, joista tässä käsitellään tiekuljetuksiin parhaiten soveltuvaa Inmarsat-C-järjestelmää.

Inmarsat-C on tietoliikennejärjestelmä, joka mahdollistaa kaksisuuntaisen tekstin- ja datansiirron. Ajoneuvossa vaadittavan laitteiston pienen koon vuoksi se soveltuu hyvin tiekuljetuksissa sovellettavaksi. (Inmarsat 1994a.)

Inmarsat-C-järjestelmä käsittää satelliittijärjestelmille tyypilliset elementit, jotka ovat satelliitit, maa-asemat, ajoneuvoasema ja kuljetusyrityksen ohjauskeskuksen ohjelmisto. Ajoneuvosta lähetettävät viestit menevät satelliitin kautta maa-asemaan ja sieltä maanpäällisiä verkkoja pitkin ohjauskeskukseen. Ohjauskeskuksesta lähetettävät viestit kulkevat samaa reittiä toisinpäin. Inmarsatin järjestelmäkaavio on kuvassa 16. (Inmarsat 1994b.)



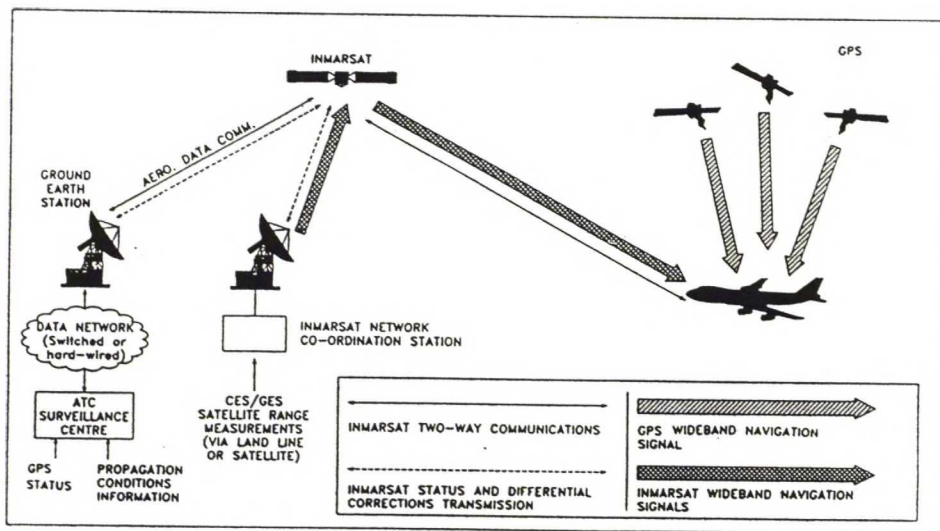
Kuva 16. Inmarsat-järjestelmä (Inmarsat 1994b).

Järjestelmä käyttää neljää satelliittia, jotka on sijoitettu valtamerien ylle. Lisäksi järjestelmään kuuluu varasatelliitteja ja 10 maa-asemaa. Suomessa ei ole omaa maa-asemaa, mutta Tele toimii yhteistyössä Norjassa ja Tanskassa olevien asemien kanssa. (Tele 1994.)

Inmarsat-C-järjestelmää voidaan käyttää yhdessä GPS-paikannuksen kanssa, jos käytetään molempiin järjestelmiin soveltuvaa vastaanotinta. Tällöin voidaan puhua varsinaisesta

kuljetusten ohjausjärjestelmästä. Yhdistetty järjestelmä mahdollistaa tarkan paikannuksen, sillä Inmarsat-C-satelliitit välittävät GPS-järjestelmän referenssiasiemien laskeumat korjaustermit. (Inmarsat 1994a.)

Vuonna 1995 Inmarsat-C:n ja GPS:n yhteiskäyttö tehostuu, sillä Inmarsat asettaa tällöin satelliitteihinsa lähettimet, jotka lähettävät GPS-järjestelmän kanssa yhteensopivaa signaalia. Tämä ikäänkuin laajentaa GPS-järjestelmän satelliittisegmenttiä. Lisäksi uudet Inmarsat-lähettimet tarkkailevat GPS-satelliittien signaaleja ja havaitsevat nopeasti mahdolliset viat satelliiteissa. Inmarsatin ja GPS:n yhteistoiminta on esitetty kuvassa 17. (Inmarsat 1994a.)



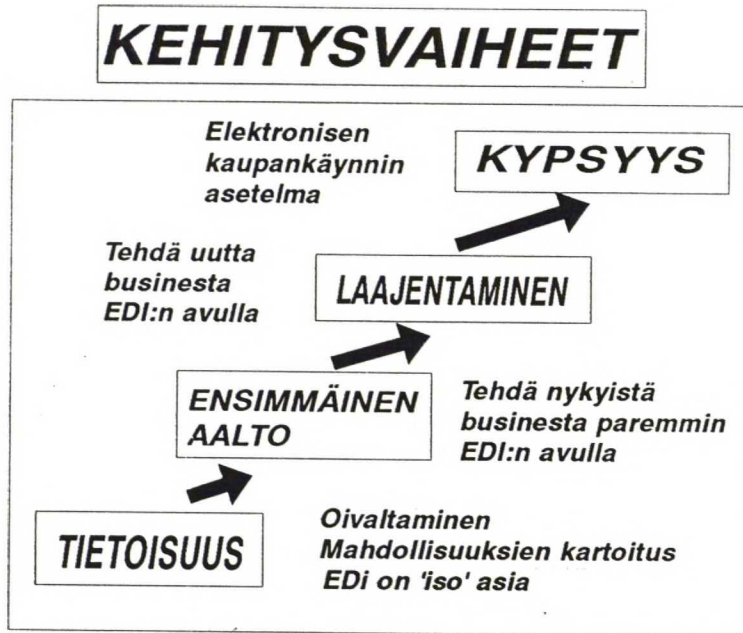
Kuva 17. Inmarsat-C:n ja GPS:n yhteistoiminta (Karppinen 1993a).

3.5.8 Organisaatioiden välinen tiedonsiirto (OVT)

Kuljetusala on ollut mukana kehittämässä organisaatioiden välistä tiedonsiirtoa (OVT), josta käytetään usein myös englanninkielistä nimitystä EDI (Electronic Data Interchange). Organisaatioiden välinen tiedonsiirto on ikäänkuin automaattinen tulkki eri kieltä puhuvien tietokoneohjelmien välisessä keskustelussa ja tietojen vaihdossa (Lautsi 1993).

EDI on määrämuotoisen tiedon siirtämistä tietokoneesta toiseen elektronisin keinoin käyttämällä sovittua sanoma-standardia. Siirrettävien tietojen eli sanomien on noudatettava samaa rakennetta, jotta eri osapuolten tietokoneet pystyvät käsittelemään niitä. EDI:n edellytyksenä on kielioppi, jossa kuvataan sanomien rakentamisen perusasiat. Tietokoneet osaavat tulkita tämän kieliopin mukaan tehtyjä sanomia. Eri osapuolten välillä sanomat välitetään suoraan tietokoneesta toiseen: esimerkiksi tilaussanoma siirretään asiakkaan ostopöytäkirjasta suoraan myyjän tilaustenkäsittelyjärjestelmään. (Auvinen 1992.)

EDI ei pyri pelkästään automatisoimaan nykyistä papereihin pohjautuvaa toimintaa, vaan se pyrkii myös luomaan uutta ajattelu- ja toimintatapaa yrityksissä. Tämä prosessi on esitetty kuvassa 18. EDI/OVT tehostaa myös osaltaan kuljetusten ohjausta ja hallintaa, koska se nopeuttaa ja helpottaa eri organisaatioiden välistä tiedonsiirtoa.



Kuva 18. EDI:n kehitysvaiheet yrityksessä (Auvinen 1992).

3.6 Kuljetusten ohjaus- ja hallintajärjestelmät

3.6.1 Aplicom

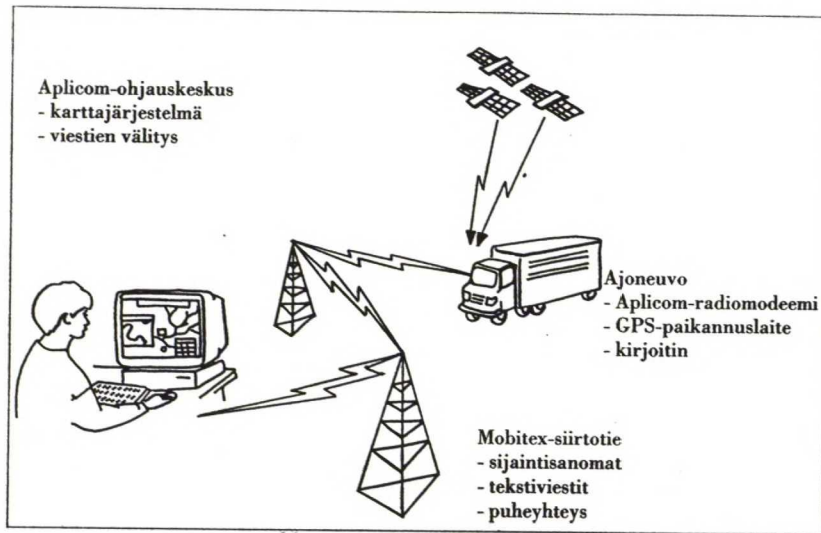
Aplicom on kuljetusten ohjaus- ja hallintajärjestelmä, joka koostuu yrityksen ohjauskeskuksen tietokoneelle asennetuista kartta- ja tietoliikenneohjelmistoista, ajoneuvoasemasta ja tietoliikenneverkosta. Järjestelmä mahdollistaa siihen liitettyjen ajoneuvojen sijainnin esittämisen ohjauskeskuksen tietokoneen kuvaruudulla ja toimintaohjeiden välittämisen niiden kuljettajille. (Auto, tekniikka ja kuljetus 1993.)

Aplicom-järjestelmän rungon muodostaa karttaohjelmisto, johon on liitetty tarvittavat tietoliikenneohjelmat. Ohjelmistot valitaan käyttäjän tarpeiden mukaan, ja kaikkia digitaalisissa muodossa olevia karttaohjelmistoja voidaan käyttää. Ajoneuvoasemat koostuvat radiomodeemista, antennista, GPS-paikannuslaitteistosta, ajoneuvopäätteestä ja kirjoittimesta. (Computec 1994.)

Suomen sisäisessä liikenteessä ajoneuvojen ja ohjauskeskuksen väliseen tiedonsiirtoon voidaan käyttää Mobitex-, GSM- tai omaa suljettua tiedonsiirtoverkkoa. Ulkomaanliikenteessä

käytetään Inmarsat-C-satelliittitiedonsiirtoverkkoa. (Hoikala 1994.)

Kuvassa 19 on esitetty Mobitex-tiedonsiirtoon perustuva Aplicom-järjestelmä.



Kuva 19. Aplicom-hallintajärjestelmä, jossa sovelletaan Mobitex-tiedonsiirtoa (Computec 1993).

Aplicom-järjestelmä toimii Windows-ympäristössä eli sitä käytetään tietokoneen hiiren ja valikkojen avulla. Toimintaohjeet lähetetään kuljettajille näpäyttämällä tietokoneen hiirellä halutun auton symbolia kartalla, jolloin lähetys aktivoituu. Lähetettävä viesti kirjoitetaan omaan ikkunaan ja lähetetään hiiren näpäytyksellä. Sanoman vastaanottaminen ohjauskeskuksessa on myös yksinkertaista. Viestin lähettäneen ajoneuvon symboli alkaa vilkkua karttanäytöllä, ja viesti on luettavissa yhdellä hiiren näpäytyksellä. Viesti voidaan luonnollisestikin myös tulostaa kirjoittimella. (Auto, tekniikka ja kuljetus 1993.)

Ajoneuvossa saapuva viesti voidaan joko tulostaa kirjoittimella tai ohjata päätelaitteen näytölle. Ennalta ohjelmoidut viestit voidaan lähettää ajoneuvosta yhdellä napin painalluksella. Viesti voidaan myös kirjoittaa päätelaitteella. (Auto, tekniikka ja kuljetus 1993.)

Aplicom-järjestelmä on muunneltavissa ja laajennettavissa kuljetusyrityksen tarpeiden mukaan. Järjestelmä voi myös olla yhteydessä yrityksen muihin tietojärjestelmiin, kuten tilausten käsittelyyn. Tieto voidaan siirtää ajoneuvoihin myös määrämuotoisina lomakkeina. Lisäksi järjestelmään liitettyjen ajoneuvojen varustukseen voidaan kytkeä erilaisia oheislaitteita, kuten kuormatilan lämpötila-antureita. Näin voidaan saada ajantasalla olevaa tietoa myös kuorman tilasta. (Auto, tekniikka ja kuljetus 1993.)

3.6.2 Euteltracs

Euteltracs on liikkuvan kaluston ohjaus- ja hallintajärjestelmä, joka hyödyntää satelliitteja sekä paikannuksessa että tiedonsiirrossa. Vuonna 1991 käyttöön otettu Euteltracs-järjestelmä sisältää kaksisuuntaisen sanomaliikenteen ajoneuvojen ja yrityksen ohjauskeskuksen välillä sekä sisäänrakennetun paikannus- ja raportointijärjestelmän. (Auto, tekniikka ja kuljetus 1993.)

Järjestelmän käyttö on mahdollista Euroopassa, Pohjois-Afrikassa sekä osissa Lähi-Itää. Euteltracs on kehitetty amerikkalaisesta Omnitrac-järjestelmästä, joka on ollut USA:ssa käytössä jo viisi vuotta. Euroopassa ja Yhdysvalloissa tehtyjen käyttäjätutkimusten perusteella järjestelmän takaisinmaksuaika vaihtelee kuljetusaloittain 12:sta 18:aan kuukauteen. (Alcatel 1992.)

Euteltracs-järjestelmä koostuu kolmesta osasta, jotka ovat

- ajoneuvoasema
- ohjauskeskuksen tietokoneeseen asennettava Qtracs-sovellusohjelmisto ja
- Euteltracs-tiedonsiirtoverkko (Alcatel 1992).

Ajoneuvoasema, MCT (Mobile Communications Terminal), sisältää

- sanoma- ja paikannustietoja käsittelevän tietoliikenneyksikön
- antennin sekä
- käyttöterminaalin, jossa on näppäimistö ja näyttöpääte (Alcatel 1992).

Yrityskohtaisesti suunniteltavaa Qtracs-sovellusohjelmistoa käytetään viestiliikenteeseen. Lähetettävät viestit voivat olla makrosanomia. Ne ovat ennalta määriteltäviä, osittain valmiiksi täytettyjä sanomia, jotka on suunniteltu yrityskohtaisesti. Ohjelmistossa on myös tiedosto, jossa on kunkin ajoneuvon ja kuljetusten kannalta tärkeiden paikkojen (asiakkaan varasto, lastauslaituri) sijaintitiedot. Lisäksi järjestelmään kuuluu karttaohjelmisto. (Auto, tekniikka ja kuljetus 1993.)

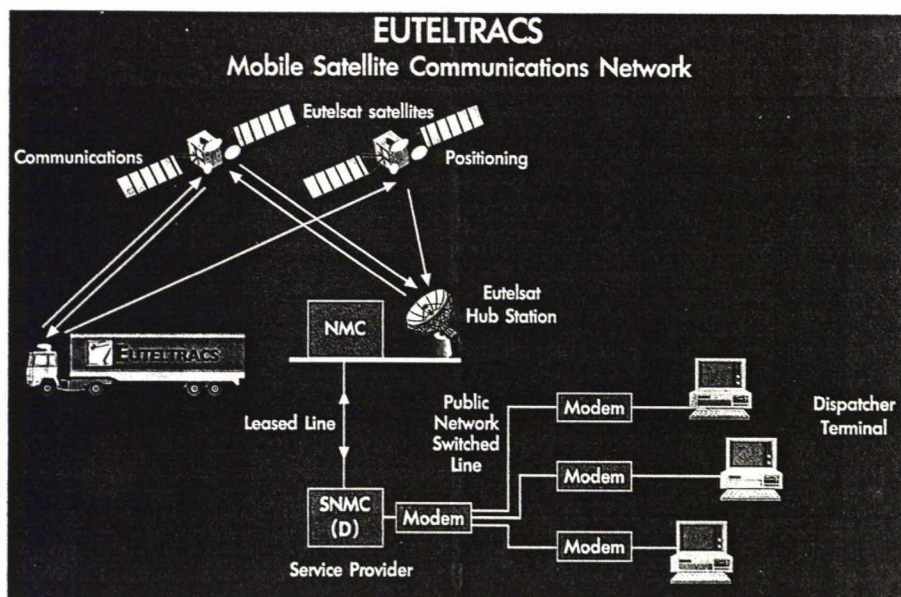
Euteltracs-satelliittijärjestön ylläpitämä satelliittiverkko mahdollistaa kaksisuuntaisen sanomanvälitys- ja paikannuspalvelun. Lisäksi tarvitaan kansallinen tai alueellinen operaattori, joka tarjoaa palvelun käyttäjille. Suomessa operaattorina toimii Tele. Kun käyttäjä lähettää tai vastaanottaa viestejä, hän kytkeytyy yleisen puhelinverkon kautta operaattorin palvelukeskukseen SNMC (Service Provider Network Management Centre). Operaattorien palvelukeskukset on puolestaan yhdistetty Ranskassa sijaitsevaan satelliittimaa-asemaan NMC (Network Management Centre). (Alcatel 1992.)

Järjestelmä käyttää kahta satelliittia, joista toinen osallistuu sekä sanomaliikenteeseen että paikannukseen ja toinen pelkästään ajoneuvon paikannukseen. Ajoneuvoasema (MCT)

lähettää sanomat suoraan Eutelsat-tietoliikennesatelliittiin, ja samalla ajoneuvo paikannetaan. Ellei viestejä lähetetä, ajoneuvo paikannetaan automaattisesti kerran tunnissa. (Alcatel 1992.)

Ajoneuvo paikannetaan lähettämällä signaali ajoneuvoasemaan kahden geostationäärisellä radalla olevan satelliitin kautta. Ajoneuvoasema mittaa aikaeron eri teitä tulevien signaalien välillä ja lähettää aikaerotiedon satelliittimaa-asemalle. Lisäksi satelliittimaa-asema mittaa signaalin kulkuajan ajoneuvoasemaan ja takaisin. Satelliittimaa-asemalla lasketaan ajoneuvon sijainti 300 m:n tarkkuudella edellä mainittujen aikatietojen ja niiden avulla saatavien etäisyyssyystietojen avulla. Lisäksi hyödynnetään erillistä korkeus-tietokantaa. Paikannus on tarkempaa, jos käytetään referenssiasemia samalla tavalla kuin GPS-paikannuksessa. (Alcatel 1992.)

Kuvassa 20 on esitetty Euteltracs-järjestelmän rakenne ja toiminta.



Kuva 20. Euteltracs-järjestelmä (Alcatel 1993).

3.7 Pro-Opt-reitti- ja kuormasuunnitteluohjelmisto

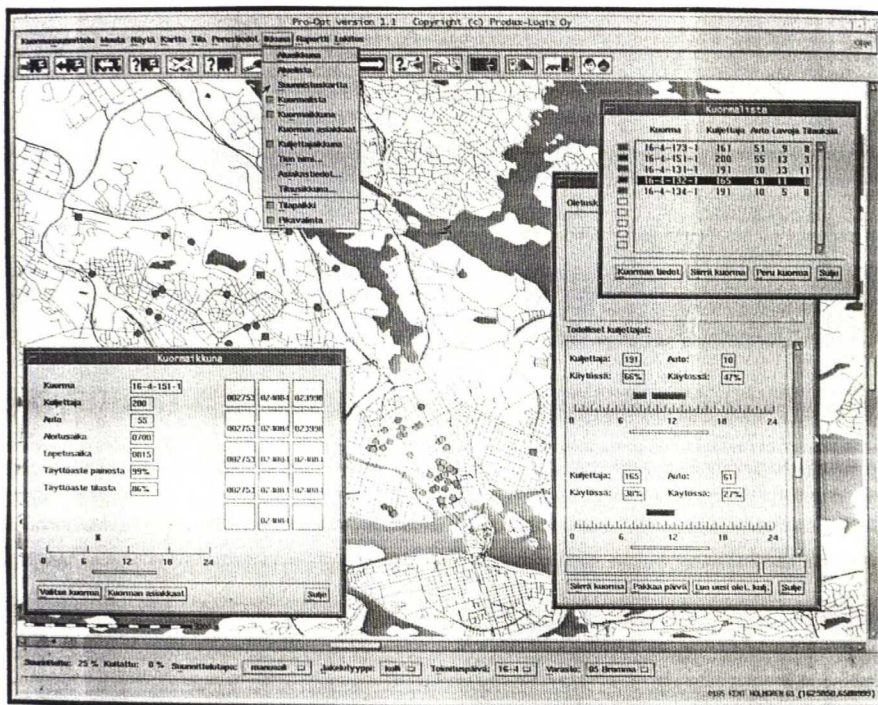
Reitit ja kuormat suunnitellaan ennen ajotehtävää yleensä heuristisilla malleilla. Tämä tarkoittaa ongelmien ratkaisemista kokeilemalla ja itse keksimällä. Nämä mallit eivät pyri löytämään absoluuttista optimiratkaisua vaan tyytyvät hyvään ratkaisuun. Kun ratkaisuja etsitään, verrataan vaihtoehtoja jonkin kriteerin (kustannukset) suhteen, minkä jälkeen valitaan suotuisin vaihtoehto. Kun kalustolle on saatu jakelureitit tietyllä algoritmilla, etsitään parempi ratkaisu vertaamalla kunkin ajoneuvon kuorman toimittamista kokonaan tai osittain muilla ajoneuvoilla. Parhaiten asetetut reunaehdot täyttävä ratkaisu valitaan. Heurististen

mallien etuna on niiden vaatima pieni työmäärä ja edullisuus. (Lumiaho 1990.)

Pro-Opt on jakelu- ja noutokuljetusten suunnittelu- ja optimointiohjelmisto. Se määrittää kullekin ajoneuvolle lyhyimmän tai nopeimman kuljetusreitit. Lisäksi kaluston täyttöaste saadaan mahdollisimman suureksi ja kuljetettavat tavarat automaattisesti kuljetusreitit mukaiseen järjestykseen. Ohjelmisto pyrkii siis käyttämään kaluston ja kuljettajien kapasiteetit mahdollisimman tehokkaasti. (Prodax Logix 1994.)

Pro-Opt-ohjelmassa kuljetusten suunnittelu perustuu kartta-aineistoon, johon on yhdistetty tietiedot sekä asiakkaiden sijainti- ja aikarajoitustiedot. Suunnittelussa karttatietoihin yhdistetään vielä tilaustiedot, tiedot autoista ja kuljettajista sekä kuormasuunnittelussa tarvittavat aluetiedot. (Prodax Logix 1994.)

Kuvassa 21 on Pro-Opt-ohjelman kuvaruutunäyttö. Kartalla näkyvät tietyn kaupungin alueella olevat ryhmitellyt jakelupisteet. Kuormalistassa näkyvät suunnitellut kuormat, joista yhden kuorman tiedot on otettu tarkempaan käsittelyyn erilliseen ikkunaan. Tässä ikkunassa eri asiakkaiden kuormalavat näkyvät eri värisinä. Kuljettajaikkunassa näkyvät kuljettajien ja autojen käytettävissä olevat kapasiteetit. (Prodax Logix 1994.)



Kuva 21. Esimerkki Pro-Optin näytöstä (Prodax Logix 1994).

4 KULJETUKSET DRIVE-OHJELMASSA

4.1 Perustietoja DRIVE-tutkimusohjelmasta

Vuonna 1989 Euroopan Unioni (EU) aloitti DRIVE-tutkimusohjelman (Dedicated Road Infrastructure for Vehicles in Europe), jonka nimeksi muutettiin ohjelman toisen vaiheen aikana Transport Telematics (TT). Tutkimusohjelmasta käytetään edelleen myöskin nimitystä DRIVE. Tässä esityksessä ohjelman kahdesta ensimmäisestä vaiheesta käytetään DRIVE-nimitystä (DRIVE I ja II) ja kolmatta vaihetta kutsutaan nimellä Transport Telematics. Tutkimusohjelman tavoitteet ovat

- liikenneturvallisuuden parantaminen
 - liikenteen ja kuljetusten tehostaminen
 - liikenteen ympäristövaikutusten vähentäminen.
- (Karppinen 1993a.)

Tavoitteisiin pyritään liikenteen informaatiotekniikoiden ja -järjestelmien avulla. Tässä yhteydessä käytetään käsitteitä Road Transport Informatics (RTI) ja Advanced Transport Telematics (ATT). (Karppinen 1993a.)

Tutkimusohjelmassa on osallistujia teollisuudesta (elektroniikka-, tietotekniikka- ja autoteollisuus), tutkimuslaitoksista, korkeakouluista ja yliopistoista (Salminen 1992). Ohjelmasta on jo toteutettu sen ensimmäinen vaihe ja toinen vaihe päättyy vuonna 1994. Kolmas vaihe käynnistyy vuonna 1995.

4.2 DRIVE I

DRIVE-ohjelman (Transport Telematics) ensimmäinen vaihe, DRIVE I, toteutettiin vuosina 1989 - 1991. Ohjelma sisälsi kaikkiaan 72 yksittäistä projektia, joilla oli runsaasti yhteisiäkin osa-alueita. Nämä 72 projektia jaettiin edelleen neljään ryhmään. (Salminen 1992.)

DRIVE I oli tutkimuspainotteinen ja sisälsi monia esitutkimustyyppisiä projekteja. Projekteissa selvitettiin tieliikenteen informaatiojärjestelmien perusteita ja laadittiin perusvaatimuksia kehitettävälle tekniikalle. Tavoitteena oli myös valmistella pilottikokeita, joissa testataan kehitettäviä järjestelmiä. (Liikenneministeriö 1994.)

Ohjelman loppuvaiheessa perustettiin Ertico-organisaatio (European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organisation), jonka tehtävänä on

- vastata eurooppalaisten liikennetutkimusohjelmien yhteensovittamisesta ja
- edistää tutkimus- ja kehitystulosten jalostumista käytännön sovelluksiksi (Liikenneministeriö 1994).

Erticossa on edustajia auto- ja elektroniikkateollisuudesta, tie- ja katuverkon ylläpitäjistä, kansallisista viranomai-

sista, tutkimuslaitoksista, korkeakouluista, yliopistoista sekä järjestelmien käyttäjistä. (Liikenneministeriö 1994.)

4.3 DRIVE II

4.3.1 Rakenne ja tavoitteet

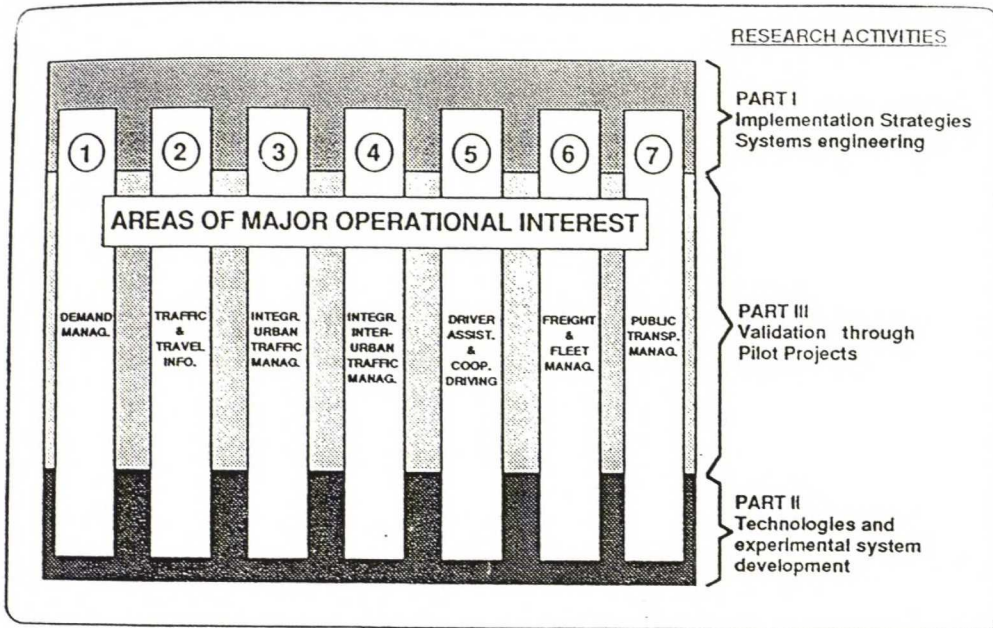
Tutkimusohjelman toinen vaihe (1992 - 1994) ei ole suoraa jatkoa DRIVE I:lle, mutta perustuu siihen. Perustavoite on sama kuin koko ohjelmalla: DRIVE II -ohjelma pyrkii edistämään koko Euroopan kattavan, tieto- ja tietoliikennetekniikkaan perustuvan tieliikenteen informaatiojärjestelmän aikaansaamista. Tällainen järjestelmä lisääisi liikenteen tehokkuutta, turvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä. (Commission of the European Communities 1993a.)

Ohjelma koostuu 57 projektista, jotka ovat soveltavampia kuin ensimmäisen vaiheen projektit. Yli puolet projekteista on pilottiprojekteja, joissa testataan järjestelmien toimintaa myös käytännössä. Projekteissa on yhteensä yli 500 osallistujaa. (Commission of the European Communities 1993a.)

Ohjelman projektit on jaoteltu seitsemään toiminnalliseen alueeseen, jotka ovat

1. Kysynnän hallinta (Demand management)
2. Matka- ja liikennetiedot (Travel and traffic information)
3. Kaupunkiliikenteen hallinta (Integrated urban traffic management)
4. Maantieliikenteen hallinta (Integrated interurban traffic management)
5. Kuljettajan avustaminen ja ajoneuvojen yhteistyö (Driver assistance and co-operative driving)
6. Rahdin ja kuljetuskaluston hallinta (Freight & Fleet management)
7. Joukkoliikenteen hallinta (Public transport management). (Commission of the European Communities 1993a.)

DRIVE II -ohjelman toiminnalliset alueet on esitetty kuvassa 22.



Kuva 22. DRIVE II -ohjelman toiminnalliset alueet (Commission of the European Communities 1993a).

Kuljetusten ohjauksen ja hallinnan kannalta tärkein edellä mainituista alueista on rahdin ja kuljetuskaluston hallinta. Tässä esityksessä keskitytäänkin sen tarkasteluun.

Rahdin ja kuljetuskaluston hallinta -alueen tavoitteet ovat

- kehittyneen liikennetelematiikan (Advanced Transport Telematics) käytön edistäminen kuljetusten hallinnassa
- kuljetusten tuottavuuden ja turvallisuuden lisääminen sekä päästöjen vähentäminen
- avoimen järjestelmäarkkitehtuurin kehittäminen yhteensopiville, tietokoneavusteisille ohjaus- ja hallintajärjestelmille
- seuranta- ja tiedonsiirtojärjestelmän kehittäminen yhdistettyihin tie- ja rautatiekuljetuksiin, jotta kuljetusyrietykset, huolitsijat ja asiakkaat saisivat tietoa kuljetuksen tilasta
- yhteisymmärryksen saavuttaminen hallintajärjestelmien kehittämisessä Euroopassa
- projekteissa tehtyjen kokeiden hyödyntäminen käytännössä
- arviointimenetelmien harmonisointi
- yhteistyö muiden DRIVE/Transport Telematics -ohjelman toiminnallisten alueiden sekä USA:n ja Japanin tutkimusohjelmien välillä. (Sohier 1993.)

Tavoitteisiin pyritään kehittämällä ajoneuvojen välistä tiedonsiirtoa, OVT:ta (organisaatioiden välinen tiedonsiirto) ja kuljetuskaluston sekä erityisesti vaarallisten aineiden kuljetusten seurantaa. Ratkaisujen tulisi olla yhteen-

kytkettyjä, jolloin yhteen järjestelmään syötetyt tiedot olisivat käytettävissä toisissakin järjestelmissä. (Sohier 1993.)

Rahdin ja kuljetuskaluston hallintaa käsittelee seitsemän projektia, jotka ovat Combicom, Frame, Portico, Citra, Artis, Metafora ja IFMS. Seuraavaksi tarkastellaan näitä projekteja.

4.3.2 Combicom

Combicom-projektin (Combined Transport Communication Systems) tarkoituksena on kehittää informaatiojärjestelmä yhdistettyihin tie- ja rautatiekuljetuksiin. Järjestelmän testaus aloitettiin Rotterdam-Köln-Verona-reitillä syksyllä 1993. Yhdistettyjen kuljetusten etenemisestä ei ole tähän mennessä saatu riittävästi tietoa, mikä on perinteisesti ollut niiden huono puoli. Erityisesti rautatieosuuksilta on ollut vaikeata saada tietoa. Kuljetusyritys, huolitsija ja JOT-tuotantotekniikkaa käyttävät asiakkaat tarvitsevat kuitenkin tietoa kuljetusten etenemisestä. (Dürr 1993.)

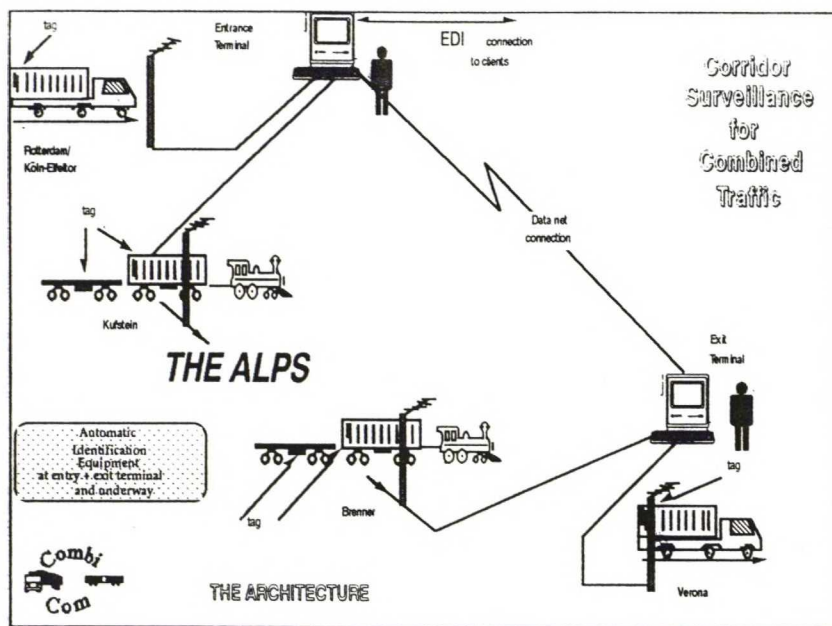
Projektin tavoitteet voidaan jaotella kolmeen osaan seuraavasti:

1. Pyritään kehittämään ja testaamaan kuljetusten informaatiojärjestelmä, joka
 - mahdollistaa ajantasalla olevan tiedonsaannin kuljetuksen edistymisestä
 - tuottaa tilastotietoa kuljetusvirroista ja mahdollisista kuljetusreittien pullonkaulakohdista
 - tiedottaa häiriöistä kuljetusketjussa.
2. Kuljetusten informaatiojärjestelmän aiheuttamien kustannusten ja hyötyjen arviointi.
3. Sellaisen strategian luominen, jonka avulla informaatiojärjestelmän tuottamat hyödyt voidaan maksimoida. (Commission of the European Communities 1993a.)

Koska yhdistettyihin kuljetuksiin osallistuu usein useita organisaatiota eri maista, ei ole mahdollista nimetä yhtä organisaatiota vastaamaan kuljetusten hallinnasta. Tämän vuoksi Combicom-projektissa on kehitetty hajautettu järjestelmä, jota voidaan käyttää eri toimipisteissä tietokoneella. (Dürr 1993.)

Testattavassa hallintajärjestelmässä yksikkökuormatilat (kontti, vaihtoperävaunu) tunnistetaan automaattisesti. Automaattinen tunnistus perustuu kuormaan kiinnitettävään tunnisteeseen, joka vastaanottaa kuljetusreitin varrelta lähetetyn signaalin. Tunniste sisältää tiedot kuljetuksesta (kuorman laatu, lähtö- ja määräpaikka, omistaja) ja se lähettää nämä tiedot takaisin reitin varrella olevaan vastaanottoimeen, josta ne välitetään edelleen niitä tarvitseville. Automaattinen tunnistus toimii aina nopeuteen 280

km/h asti. Automaattisesta tunnistustekniikasta käytetään myös nimityksiä saattomuistitekniikka ja majakkajärjestelmä. Kuvassa 23 esitetään Combicom-projektissa testattava järjestelmä. (Dürr 1993.)



Kuva 23. Combicom-projektissa testattava järjestelmä (Dürr 1993).

Järjestelmä seuraa yksikkökuormien sijaintia kuljetuksen aikana ja ilmoittaa kuljetuksen eri osapuolille mahdollisista viivytyksistä riittävän aikaisessa vaiheessa. Yritykset voivat myös neuvotella lähitulevaisuuden kuljetuksista ja niiden yhteensovittamisesta. Asiakkaat puolestaan voivat jo ennen kuljetuksen alkamista tiedustella kuljetuksen suunniteltua aikataulua, varata kuljetuksia sekä tiedustella kuljetusten etenemistä kuljetuksen aikana EDI/OVT-viesteinä. (Dürr 1993.)

Automaattisen tunnistustekniikan ja järjestelmään kytkettyjen organisaatioiden välisten tietoliikenneyhteyksien on kytkeydyttävä saumattomasti toisiinsa, jotta jokainen järjestelmään kuuluva organisaatio tietää tarvittaessa kuljetuksen tilan. Lisäksi järjestelmän on perustuttava standardisoiuihin ratkaisuihin, jotta uusi organisaatio voi liittyä siihen jälkikäteen halutessaan tuottaa tai saada tietoa yhdistetyistä kuljetuksista. (Commission of the European Communities 1993a.)

Yhdistettyjen kuljetusten eri osapuolet tulevat hyötymään projektista. Todennäköisesti saavutettavia hyötyjä ovat

- kapasiteetin käytön suunnittelun tehostuminen
- yksikkökuormatilojen (kontti, vaihtoperävaunu) hävikin pieneneminen
- resurssien sitoutumisen väheneminen

- kuljetusyritysten reagointikyvyn paraneminen (nopeampi, luotettavampi ja joustavampi reagointi asiakkaiden vaatimuksiin ja ongelmiin kuljetuksessa)
- OVT:n käytön yleistyminen, mikä nopeuttaa toimintaa ja pienentää kustannuksia. (Commission of the European Communities 1993b.)

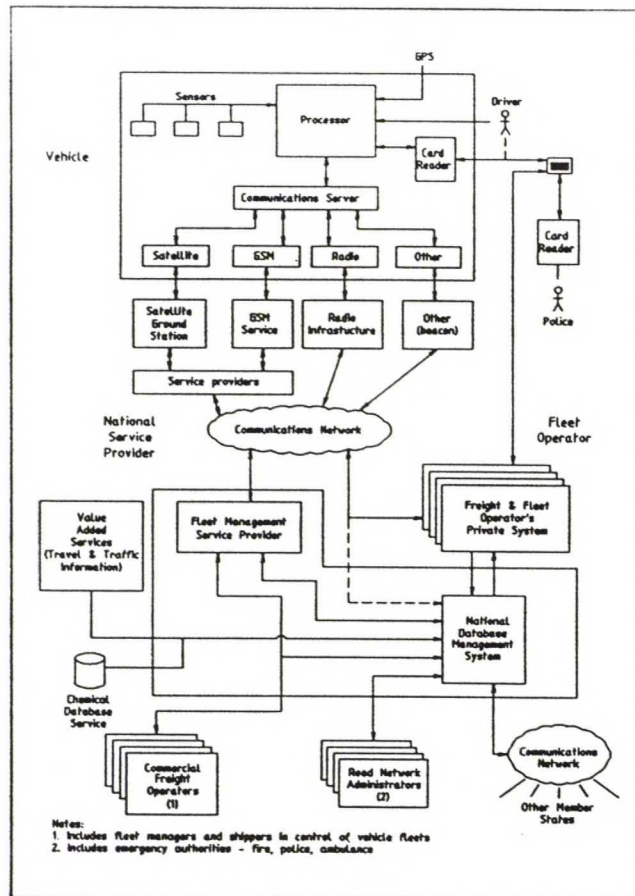
Nykyisin yhdistettyjen kuljetusten osapuolten väliset kommunikaatioyhteydet ovat huonot, mikä huonontaa yhdistettyjen kuljetusten kilpailuasemaa. Combicom-projektin odotetaan tehostavan yhdistettyjä kuljetuksia sekä parantavan niiden kilpailukykyä kehittyneiden kuljetusten seuranta- ja informaatiojärjestelmien avulla.

4.3.3 Frame

Frame-projekti (Freight Management in Europe) tutkii vaarallisten aineiden kuljetusten hallintajärjestelmää. Tällaisen järjestelmän tehtävänä on tuottaa kuljetusyriyksille sekä tienpito- ja pelastusviranomaisille tietoa vaarallisten aineiden kuljetuksista (sijainti, reitti, aikataulu, kuljettavat aineet). (Theophilopoulos & al. 1993.)

Tavoitteena on kehittää euroopanlaajuinen järjestelmä, jossa sovelletaan jo olemassa olevaa tekniikkaa. Käytettävän tekniikan tulisi olla standardisoitua samasta syystä kuin Combicom-projektinkin kohdalla. Hallintajärjestelmää (kuva 24) voidaan tarkastella kolmessa osassa:

- ajoneuvolaitteisto
- viranomaisten ohjauskeskus
- käyttäjälaitteisto. (Steed 1993.)



Kuva 24. Frame-projektissa kehitetty vaarallisten aineiden kuljetusten hallintajärjestelmä (Steed 1993).

Ajoneuvolaitteistoa tarvitaan ajoneuvon paikannukseen, tunnistukseen, tarkkailuun ja tiedonsiirtoon. Ajoneuvo paikannetaan GPS-paikannuksella ja tunnistetaan toimikortin avulla. Lisäksi ajoneuvossa on erilaisia sensoreita, jotka tarkkailevat ajoneuvoa ja kuormaa (kallistumista mittaavat sensorit, kiihtyvyyssmittarit ja lämpömittarit) sekä ilmoittavat ohjauskeskukseen automaattisesti ongelmista. Tiedonsiirtoon käytetään sekä satelliitti- että linkkiyhteyksiä. (Steed 1993.)

Viranomaisten ohjauskeskus kerää yleisiä liikennetietoja sekä erityisiä kuljetustietoja ajoneuvoista ja yritysten omista kuljetusten hallintajärjestelmistä. Lisäksi se kerää tietoja kemiallisista aineista ja toiminnasta onnettomuuspauksissa sekä yhdistää nämä tiedot kuljetustietoihin. Kaikki kerätyt tiedot välitetään hallintajärjestelmän käyttäjille. (Steed 1993.)

Käyttäjät saavat tarvitsemansa tiedot tietokonepäätteilleen. Järjestelmän käyttäjiä ovat kuljetusyritykset, poliisi, palolaitos sekä tie- ja rajaviranomaiset. Viranomaisten ohjauskeskus tuottaa järjestelmän käyttäjille seuraavia palveluita:

- kaikkien tietyllä alueella olevien vaarallisia aineita kuljettavien ajoneuvojen sijaintien näyttäminen
- tietyn yrityksen ajoneuvojen sijaintien näyttäminen
- tietyn yrityksen tuotteita kuljettavien ajoneuvojen sijaintien näyttäminen
- suositeltavien ja kiellettyjen kuljetusreittien esittäminen kuljetusyrityksille
- onnettomuuksista ilmoittaminen ja toimintaohjeiden antaminen onnettomuustapauksissa. (Steed 1993.)

Projektin yhteydessä toteutetaan kaksi järjestelmää testattavaa pilottikoetta. Toinen pilottikoe toteutetaan Walesissa ja toinen reitillä Dublin-Rotterdam-Ateena. Kokeet alkoivat vuoden 1993 lopussa. Dublin-Rotterdam-Ateena-reitillä kuljetusyritykset ja kemianteollisuuden yritykset testaavat järjestelmän toimintaa omalta kannaltaan eli lähinnä testataan kaluston paikannusta. (Commission of the European Communities 1993b.)

Walesissa toteutettavassa pilottikokeessa testataan järjestelmän ja pelastusorganisaatioiden yhteistoimintaa lavastamalla kaksi onnettomuutta, joissa on osallisena vaarallista ainetta kuljettava ajoneuvo. Toisen onnettomuuden selvittämisessä hyödynnetään Frame-järjestelmää, mutta toisen onnettomuuden kohdalla käytetään nykyisiä menetelmiä. Järjestelmän toimivuudesta saadaan käsitys, kun verrataan onnettomuuksien selvittämiseen kuluvaan aikaan. Kokeessa järjestelmää käyttävät poliisi-, palokunta- ja ambulanssiorganisaatiot. (Steed 1993.)

Pilottiprojektien tavoitteet ovat:

- kehittää järjestelmä, jonka avulla voidaan seurata vaarallisten aineiden kuljetuksia Euroopassa
- testata nykytekniikan käyttökelpoisuutta laajassa hallintajärjestelmässä
- määrittää tehokkain tapa hyödyntää Frame-järjestelmää parantamaan liikenneturvallisuutta sekä selvittämään onnettomuuksia, joissa on mukana vaarallisia aineita kuljettavia ajoneuvoja. (Steed 1993.)

4.3.4 Portico

Portico (Portuguese Road Traffic Innovations on a Corridor) on projekti, jolla on kolme aihepiiriä. Nämä ovat

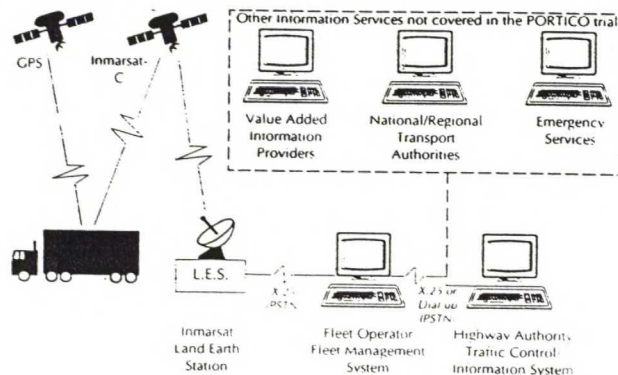
- vaarallisten aineiden kuljetusten hallintajärjestelmä
- kuljettajien informointi- ja varoitusjärjestelmä
- automaattiset maksu- (tietullit) ja punnitusasemat. (Commission of the European Communities 1993a.)

Tässä käsitellään kahta ensimmäistä aihepiiriä. Portico-projektin tavoitteet ovat

- liikenneturvallisuuden parantaminen vähentämällä huonoista oloista johtuvia onnettomuuksia
- kuljettajien ja viranomaisten nopea varoittaminen onnettomuuksista, mikä vähentää onnettomuuksien seurannaisvaikutuksia
- vaarallisten aineiden kuljetusten taloudellisuuden, tehokkuuden, turvallisuuden ja ympäristöystävällisyyden lisääminen. (Commission of the European Communities 1993a.)

Vaarallisten aineiden kuljetuksia käsittelevän osan tavoitteena on luoda informaatiojärjestelmä kuljetusyritysten ja viranomaisten välille ja testata sitä käytännössä kesällä 1994. Nykyisin käytössä olevat hallintajärjestelmät ovat keskittyneet kuljetusyritysten tarpeisiin, mutta Portico-projektissa pyritään luomaan järjestelmä, joka yhdistää yritysten järjestelmät viranomaisten järjestelmiin. (Nailer & al. 1993.)

Projektiin osallistuvat ajoneuvot kuljettavat vaarallisia aineita Saksan ja Portugalin välillä, mikä edellyttää euroopanlaajuista järjestelmää. Ajoneuvot paikannetaan GPS-paikannuksella ja tiedonsiirtoon käytetään Inmarsat-C-järjestelmää. Kuljetusyrityksen ohjauskeskuksen ja ajoneuvojen väliset tiedonsiirtoyhteydet ovat jo olemassa yritysten omissa hallintajärjestelmissä. Sen sijaan yritysten ja viranomaisten väliset yhteydet on kehitettävä. Projektissa testattava järjestelmä on esitetty kuvassa 25. (Nailer & al. 1993.)



Kuva 25. Portico-projektin vaarallisten aineiden kuljetusten hallintajärjestelmä (Nailer & al. 1993).

Viranomaisten ja kuljetusyritysten välisessä tiedonsiirrossa tarvitaan kahdentyyppisiä perusviestejä. Toista viestityyppiä käyttävät viranomaiset, kun ne välittävät yleisiä tietoja kuljetusyrityksille (onnettomuudet, ruuhkat, liikenne-rajotukset ja säätiedot). Vastaavasti toista perusviestiä käyttävät kuljetusyritykset, kun ne välittävät tietoja viranomaisille (kuljetusten eteneminen, mahdolliset onnetto-

muudet). Viestit pyritään kehittämään EDI/OVT-standardin mukaisiksi. (Nailer & al. 1993.)

Kuljettajien informointi- ja varoitusjärjestelmän tehtävänä on tiedottaa kuljettajia automaattisesti epänormaaleista tieolosuhteista ja onnettomuuksista. Projektin kokeet tehdään Portugalissa kahdella tieosalla. Toinen koeteistä on moottoritie ja toinen tavallinen valtatie. Tiet ovat melko vähäliikenteisiä, sillä projekti keskittyy nimenomaan vähän liikennöityjen teiden tutkimiseen. (Bielefeldt 1993.)

Järjestelmä kerää automaattisesti tietoa 300 m:n välein tiehen upotettujen silmukoiden avulla. Tien varrella olevat tietokoneet käsittelevät mittaustietoja ja lähettävät ne valvontakeskukseen erillisiä puhelinlinjoja pitkin. Lisäksi tien varrella on säämittausasemia, jotka lähettävät sää-tietoja (lämpötila, kosteus, sumu, musta jää) valvontakeskukseen. Hätäpuhelimia koetiellä on kolmen kilometrin välein. (Bielefeldt 1993.)

Kuljettajia varoitetaan tienvarteen sijoitettujen varoitus-valotolppien avulla. Tolpissa olevat punaiset valot vilkkuvat, jos edessä on onnettomuus tai muu liikennettä häiritsevä häiriö. Koeteiden liikennemäärät ovat normaalioloissa niin vähäisiä, että ruuhkia syntyy lähes yksinomaan onnettomuuksien johdosta. Varoitusvalot voidaan sytyttää neljällä tavalla.

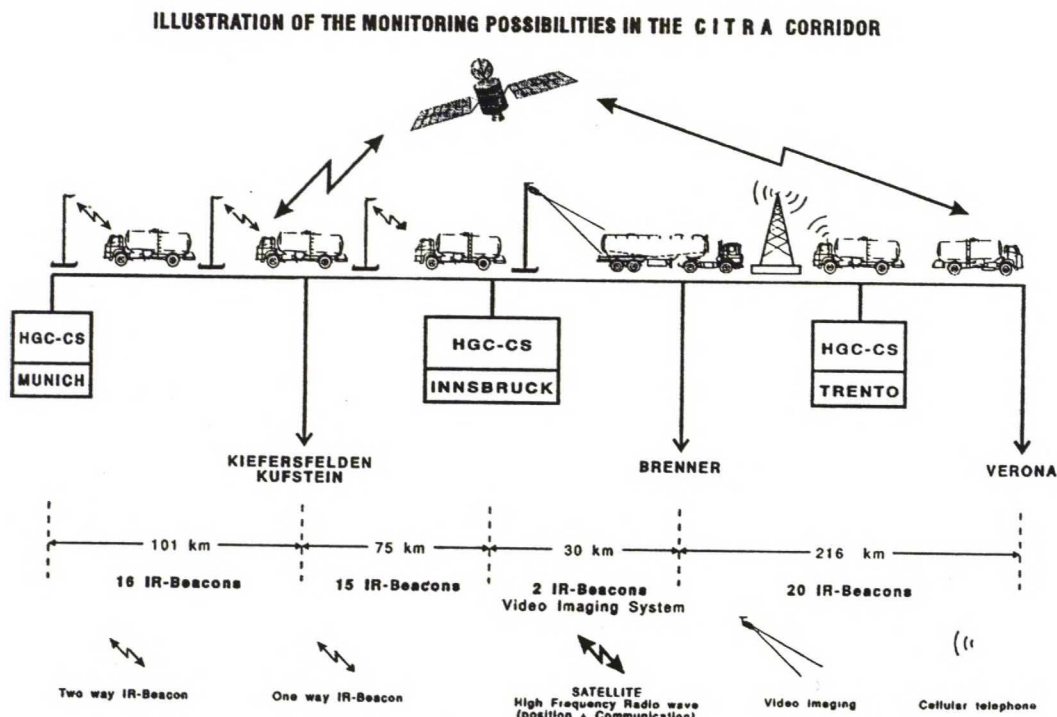
1. Ajoneuvon kuljettaja painaa valotolpassa olevaa hälytysnappia, jos hän joutuu ruuhkaan tai onnettomuuteen.
2. Tienvarsitietokone tekee hälytyksen.
3. Valvontakeskuksen automaattinen onnettomuuksien tunnistusjärjestelmä tekee hälytyksen.
4. Valvontakeskuksessa tehdään hälytys manuaalisesti. (Bielefeldt 1993.)

4.3.5 Citra (Angeleri 1993)

Citra-projektin (System for the Control of Dangerous Goods Transport in International Alpine Corridors) päämääränä on toteuttaa vaarallisten aineiden kuljetusten hallintajärjestelmä alppireitillä München-Innsbruck-Verona. Hallintajärjestelmä koostuu ajoneuvojen paikannuksesta, tiedonsiirtoyhteyksistä ja kolmesta valvontakeskuksesta (München, Innsbruck ja Trent). Valvontakeskuksia on kolme, jotta varmistetaan kuljetusten hallinta koko tutkimusalueella. Ajoneuvojen ja valvontakeskusten väliset tiedonsiirtoyhteydet ovat kaksisuuntaiset, jolloin valvontakeskukset saavat sijaintitietoja ja ajoneuvoihin voidaan lähettää erilaisia tietoja (liikennemäärät, onnettomuudet, sää) ja ohjeita.

Vuoristoinen tutkimusalue asettaa omat vaatimuksensa käytettävälle tekniikalle. Projektissa käytetäänkin useita tekniisiä ratkaisuja mahdollisimman hyvän tuloksen saavuttamiseksi. Käytettäviä tekniikoita ovat tienvarsimajakat, satelliittiyhteydet ja -paikannus, matkapuhelimet ja videotunnis-

tus (kuva 26). Kun kuljetus alkaa, syötetään ajoneuvopäät-
teeseen/tunnisteisiin tiedot kuljetettavista aineista ja
niiden määrästä. Nämä tiedot välittyvät valvontakeskuksiin
paikkatietojen yhteydessä. Näin valvontakeskuksissa tiede-
tään, missä nimenomaan vaarallisia aineita kuljettavat
ajoneuvot ovat.



Kuva 26. Citra-projektissa käytettävää tekniikkaa (Angeleri 1993).

Citra-projektin odotetaan vaikuttavan sekä yleisellä että yksityisellä tasolla.

Yleisellä tasolla odotetaan saatavan seuraavia tuloksia:

- vaarallisten aineiden kuljetusten turvallisuuden lisääntyminen, mikä voidaan jakaa kuljetusreittien varrella asuvien ihmisten turvallisuuden lisääntymiseen ja toisaalta tieinfrastruktuurin (sillat, tunnelit) pysymiseen paremmassa kunnossa
- toiminnan nopeutuminen, kun pyritään estämään onnettomuuksia ja vähentämään niiden vaikutuksia
- aikaisempaa nopeampi reagointi lainvastaisiin vaarallisten aineiden kuljetuksiin (liian suuret kuormat, vaarallisten aineiden kuljettaminen ilman lupaa tai väärin reittien käyttäminen)
- eurooppalaisten sääntöjen ja valvontamenetelmien yhdenmukaistaminen sekä hallintajärjestelmän luominen, millä on positiivisia vaikutuksia kansainväliseen yhteistyöhön

- tiedon tuottaminen ja jakelu erilaisiin tarpeisiin.

Yksityisellä tasolla odotetaan puolestaan saavutettavan seuraavia tuloksia:

- vaarallisten aineiden kuljetusten optimoinnin tehostuminen, mikä tekee kuljetuksista taloudellisempia, tehokkaampia ja joustavampia
- riskien pienentyminen, mikä johtaa alentuneisiin vakuutusmaksuihin
- tehokkaamman yhteistyön kehittyminen kuljetusyri-tysten ja viranomaisten välille
- yhdenmukaisten olosuhteiden muodostuminen kaikil-le yrityksille, mikä helpottaa kilpailua.

4.3.6 Artis (Guillen & al. 1993)

Artis-projekti (Advanced Road Transport Informatics in Spain) käsittelee seuraavia aihepiirejä:

- liikennetietojen kerääminen ja välitys
- liikenteen valvonta
- kuljetusten hallinta
- vaarallisten aineiden kuljetusten seuranta ja hallinta.

Tässä keskitytään vaarallisten aineiden kuljetusten seuran-ta- ja hallintajärjestelmän käsittelyyn, sillä siihen sisäl-tyvät myös muut osa-alueet.

Artis-projektiin kuuluvat kenttäkokeet tehdään Espanjassa. Nykyisin ei Espanjassa eikä muuallakaan Euroopassa ole käy-tössä telematiikkaan perustuvaa vaarallisten aineiden kul-jetusten hallintajärjestelmää. Tämä on vakava puute, sillä Euroopassa kuljetettavasta tavaramäärästä (t) 15 % on vaa-rallisia aineita ja kuorma-autoista 20 % kuljettaa näitä aineita. Projektissa tehdään yhteistyötä Frame- ja Citra-projektien kanssa. Espanjan tieverkon turvallisuudesta vastaavat viranomaiset pyrkivät projektin avulla

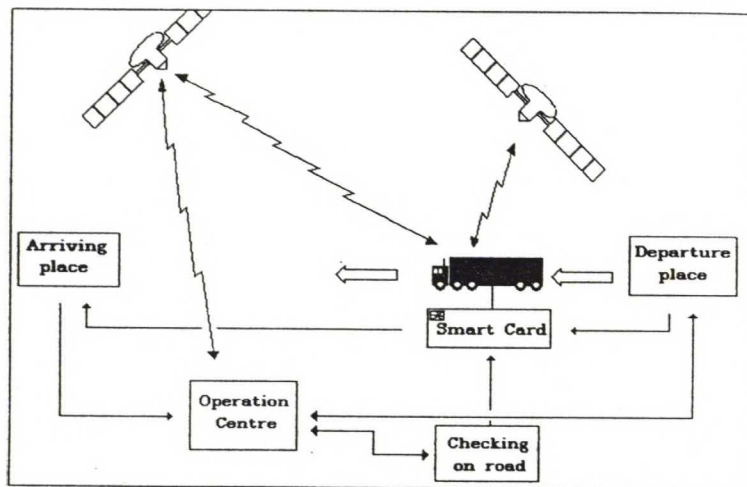
- nopeuttamaan pelastusorganisaatioiden toimintaa onnettomuustapauksissa
- luomaan tieverkolla toimivan kontrollisysteemin, joka on yhteydessä valvontakeskukseen
- toteuttamaan vaarallisten aineiden valvontakes-kuksen, joka avustaa edellä mainittuja toimia.

Tavoitteena on luoda järjestelmä, joka pystyy antamaan vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitä vaarallisia aineita kuljetetaan tällä het-kellä?
2. Missä nämä aineet ovat juuri nyt?
3. Kuinka näitä aineita kuljetetaan?
4. Mitä onnettomuustapauksessa tehdään ja missä on lähin paloasema ja sairaala?

Projektin esitutkimusvaiheessa selvitetään vaarallisten aineiden kuljetusten ominaispiirteitä ja niitä koskevia säädöksiä Espanjassa ja muualla. Vuoden 1994 aikana toteutettavassa koevaiheessa testataan kahdenlaista järjestelmää.

Järjestelmissä kuljetuksen lähtö- ja määräpaikat, matkan aikana toimiva valvontajärjestelmä, pelastusorganisaatiot ja ulkopuoliset tietokannat ovat yhteydessä valvontakeskukseen, johon kerätään kaikki vaarallisten aineiden kuljetuksia koskeva tieto. Kuljetuksen aikana tapahtuvassa seurannassa hyödynnetään toimikortteja. Yksinkertaisemmassa järjestelmässä ajoneuvon sijainti määritetään reittitiedoista tilastollisia menetelmiä käyttäen. Paikannuksen epämääräisyys on tämän järjestelmän heikkoutena. Kehittyneempi järjestelmä on muuten samanlainen, mutta ajoneuvo paikannetaan Euteltracs-satelliittipaikannusjärjestelmällä. Tämä järjestelmä on esitetty kuvassa 27.



Kuva 27. Satelliittipaikannusta hyödyntävä hallintajärjestelmä (Guillen & al. 1993).

Kun ajoneuvo on valmiina lähtöön, lähetetään lähtöpaikasta valvontakeskukseen tiedot kuormasta, ajoneuvosta, kuljettajasta ja reitistä. Valvontakeskus kuittaa viestin saapuneeksi ja lähettää kuljetusta koskevan erityisen koodin, joka talletetaan ajoneuvon toimikorttiin matkan aikana tehtävää seuranta varten. Kun ajoneuvo saapuu määräpaikkaansa, tehdään jälleen ilmoitus valvontakeskukseen. Onnettomuustapauksessa valvontakeskus hälyttää lähimmän pelastusorganisaation paikalle.

4.3.7 Metafora

Metafora-projektin (a Major European Testing of Actual Freight Operations Using RTI on an Axis) päämääränä on testata tiedonsiirtoa, EDI/OVT:ta ja kuljetuskaluston seuranta todellisissa kuljetusolosuhteissa. Projekti on kohdistettu erityisesti pieniin ja keskisuuriin kuljetusyri-

tyksiin ja niiden vaatimuksiin. Projektilla on seuraavat tavoitteet:

- liikkuvan kaluston tiedonsiirron ja EDI/OVT-järjestelmien toiminnallisen, teknisen ja taloudellisen suorituskyvyn testaaminen todellisissa oloissa
- projektista saatavien tulosten kehittäminen ja yhteenliittäminen muiden projektien tulosten kanssa
- toiminnallisten standardien asettaminen käyttäjien vaatimukset täyttävälle kaupallisille järjestelmille
- helppojen ja edullisten ratkaisujen löytäminen pienille ja keskisuurille yrityksille soveltuvien informaatiojärjestelmien kehittämiseksi. (Commission of the European Communities 1993b.)

Projektissa on neljä vaihetta, jotka ovat esitutkimus-, sovellus-, arviointi- ja lausuntovaihe. Esitutkimusvaiheessa tutkitaan olemassa olevia sovelluksia. Sovellusvaiheessa kehitetään, asennetaan ja testataan (18 pilottikoetta) tutkittavia järjestelmiä. Arviointivaiheessa tarkastellaan sovellusvaiheessa tehtyjen pilottikokeiden tuloksia teknisesti, taloudelliselta ja kaupalliselta kannalta. Viimeisessä vaiheessa, lausuntovaiheessa, tulokset yleistetään ja luodaan strategiat järjestelmien käyttöönotolle pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. (Commission of the European Communities 1993a.)

Projektin pilottikokeet käsittelevät seuraavia aiheita:

- kuljetuskaluston seuranta
- kommunikointi kuljettajan kanssa
- yksikkökuormien seuranta
- EDI/OVT-tiedonsiirto kuljetusyrityksen ja huoltisijan välillä (Evmolpidis & al. 1993).

Kuljetuskaluston seuranta koostuu ajoneuvojen paikannuksesta sekä kuljettajan ja ajoneuvon toiminnan mittauksesta (ajonopeus, eri toimintoihin käytetty aika, moottorin kierrosluku) (Evmolpidis & al. 1993).

Ajoneuvot paikannetaan GPS-satelliittipaikannuksella. Lisäksi seurannassa hyödynnetään karttaohjelmistoja ja -tietokantoja. Kuljettajan ja ajoneuvon toiminnan mittauksessa tietoa kerätään automaattisesti mittaustureiden avulla (ajonopeus, lämpötila, polttoaineenkulutus) tai siten, että kuljettaja syöttää tarvittavat tiedot tiedonkeruulaitteeseen. Syötettävät tiedot vaihtelevat yrityskohtaisesti (lastaus, purku, odotus). Kunkin tapahtuman yhteydessä tiedonkeruulaite kysyy sarjan kysymyksiä ja rekisteröi tapahtuma-ajan. Kun esimerkiksi odotetaan, kone kysyy sijainnin ja syyn viivytykseen. (Evmolpidis & al. 1993.)

Kuljettajien kanssa kommunikoidaan satelliittien välityksellä. Projektiin osallistuvat yritykset määrittivät itselleen tärkeät viestit, joita ne käyttävät kommunikoinnissa kuljet-

tajien kanssa. Lähes kaikki ilmoittivat samat viestit, mutta niiden painotuksessa oli eroja. (Evmolpidis & al. 1993.)

Tärkeimmät viestit kuljettajalta ohjauskeskukseen:

- lastaus- ja purkupaikkoja koskevat lähtö- ja saapumisajat (tai arvioidut ajat)
- automaattiset viestit kaluston tilasta (epänormaali moottorin lämpötila tai polttoaineenkulutus)
- raportointi muutoksista
- sijaintitiedot
- rajanylitykset (Evmolpidis & al. 1993).

Tärkeimmät viestit ohjauskeskuksesta kuljettajalle:

- lastaus- ja purkupaikkojen osoitteet
- lisäykset ja korjaukset suunnitelmiin (paluukuormat, liikennetiedot)
- tarkat sijaintitiedot (Evmolpidis & al. 1993).

Yksikkökuormien tunnistuksessa käytetään digitaalista, kuorman kiinnitettävää tunnistetta. Tunniste sisältää kuorman tunnusnumeron ja tiedon siitä, mikä yksikkö on kyseessä (kontti tai puoliperävaunu). Viimeinen pilottikoeryhmä käsittelee EDI/OVT:n käyttämistä kuljetukseen osallistuvien organisaatioiden välisessä tiedonsiirrossa. (Evmolpidis & al. 1993.)

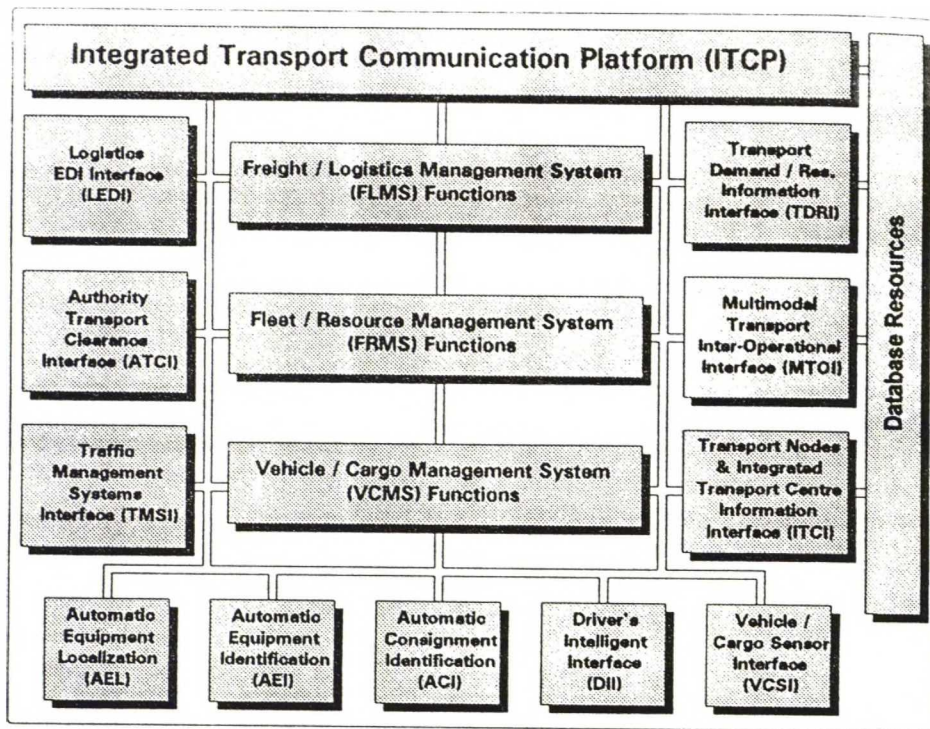
Metafora-projektista odotetaan saatavan seuraavia tuloksia:

- informaatiojärjestelmien tehokkuus lisääntyy pienissä ja keskisuurissa kuljetusyrityksissä
- projektiin osallistuvat yritykset ja myöhemmin myös muut oppivat käyttämään uutta tekniikkaa, saavat kustannussäästöjä ja pystyvät kontrolloimaan logistista ketjuaan tehokkaammin
- eurooppalainen kuljetuspolitiikka tehostuu, ja luodaan standardi tietotekniikkaan perustuville, yhdenmukaisille informaatiojärjestelmille (Commission of the European Communities 1993a).

4.3.8 IFMS

IFMS-projektin (Integrated Freight Logistics Fleet & Vehicle Management System) päämääränä on kehittää avoin järjestelmä-arkkitehtuuri, jonka avulla kuljetukset saadaan tietokoneavusteisiksi ja toisiinsa integroiduiksi (OSA-CAIT = Open System Architecture for Computer Aided and Integrated Transport). Tällaisen järjestelmän on oltava avoin, riippumaton käytettävästä tekniikasta ja lisäksi sen on mahdollistettava eri organisaatioiden välinen yhteistyö, jotta kaikki logistiseen ketjuun osallistuvat organisaatiot voivat käyttää sitä. (Both & al. 1993.)

Kuvassa 28 on esitetty ääriveriivat IFMS-projektissa kehitystä järjestelmäarkkitehtuurista. Se koostuu toiminnallisista yksiköistä ja niiden välisistä yhteyksistä.



Kuva 28. IFMS-projektin järjestelmäarkkitehtuuri (Both & al. 1993).

Järjestelmän keskustassa on kolme ydintoimintoa, jotka on jaoteltu hallintatasoittain. Nämä ovat

- logistiikan hallintasysteemi (FLMS)
 - kuljetuskaluston hallintasysteemi (FRMS)
 - ajoneuvon ja kuorman hallintasysteemi (VCMS).
- (Both & al. 1993.)

Logistiikan hallinta käsittää kaikki tavaravirran suunnittelu- ja valvontatoimet, joita tarvitaan, kun tavarat kulkevat tuotannosta kuluttajille. Kuljetuskaluston hallintasysteemi sisältää puolestaan kaikki toimet, jotka liittyvät kaluston käytön suunnitteluun ja seurantaan (reittisuunnittelu ja aikataulujen laatiminen). Ajoneuvon ja kuorman hallinnalla tarkoitetaan kuljettajan toimia (reittisuunnittelu, ajaminen, huollot ja tarkastukset) ja joitakin automaattisia valvontatapahtumia (moottorin lämpötila ja polttoaineenkulutus). (Both & al. 1993.)

Näiden kolmen toiminnon yhteenkytkeminen kehittyneellä tiedonsiirrolla ja valvonnalla on välttämätöntä, jotta kehitettävä järjestelmä toimisi tehokkaasti. Lisäksi ydintoimintojen on pystyttävä yhteistoimintaan ulkopuolisten järjestelmien kanssa, mihin pyritään standardisoinnilla. Edellä mainittujen ydintoimintojen ja muiden tietojärjestelmien välistä kommunikointia järjestelmässä (kuva 28) kuvaa

integroitu kuljetusten kommunikointiasema (Integrated Transport Communication Platform, ITCP). (Both & al. 1993.)

Kuljetettavien tavaroiden ja kuljetuskaluston liittäminen edellä käsiteltyihin kolmen tason hallintajärjestelmiin tapahtuu automaattisella paikannuksella (Automatic Equipment Localization, AEL) ja tunnistuksella (Automatic Equipment Identification, AEI ja Automatic Consignment Identification, ACI). (Both & al. 1993.)

Yhdistettyjen kuljetusten hallinta vaatii yhteyksiä kuljetusketjun yrityksiin. Näitä yhteyksiä kuvassa 28 esittää yhdistettyihin kuljetuksiin osallistuvien kuljetusyritysten välinen liityntäkanava (Multimodal Transport Inter-Operational Interface, MTOI). (Both & al. 1993.)

IFMS-projekti sisältää myös useita pilottikokeita, joiden tehtävänä on selvittää kehitetyn järjestelmäarkkitehtuurin soveltuvuutta todelliseen kuljetusympäristöön. Pilottikokeita tehdään eri puolilla Eurooppaa ja niihin osallistuu useita kuljetussegmenttejä (yhdistetyt kuljetukset, jakelukuljetukset ja tavaralinjaliikenne). Pilottikokeissa testataan erityisesti EDI/OVT:n, Euteltracs:n ja Inmarsat-C:n soveltuvuutta ajoneuvojen ja ohjauskeskuksen väliseen tiedonsiirtoon ja kaluston paikannukseen. (Commission of the European Communities 1993b.)

Pilottikokeista on jo saatu joitakin tuloksiakin. Ajoneuvojen ja ohjauskeskuksen välisen tiedonsiirron on havaittu lisäävän kuljetustehokkuutta ja siten myös kilpailukykyä. Kuljetuslaji ja maantieteellinen sijainti vaikuttavat kuitenkin selvästi kuljetustehokkuuden ja kilpailukyvyn kasvun suuruuteen. Useissa pilottikokeissa ajoneuvojen ajomatkat lyhenivät, vaikka tehty kuljetustyö pysyi ennallaan. Siten kehittynyt tekniikka vähentää päästöjä ja polttoaineenkulutusta eli lisää kuljetusten ympäristöystävällisyyttä. Lisäksi kuljettajien työskentelyolosuhteet kehittyvät edistyksellisen tekniikan ansiosta. Vastustustakin työntekijöiden taholta varmasti ilmenee, jos tehostunut toiminta aiheuttaa työvoiman vähentämistä. (Commission of the European Communities 1993b.)

4.3.9 Tulevaisuuden tutkimustarpeet (Sohier 1993)

DRIVE II -ohjelmasta tähän mennessä saatujen kokemusten perusteella on vielä runsaasti alueita, jotka vaativat lisätutkimusta ja -kehitystä ennenkuin riittävästi testattuja ja integroituja kuljetusten hallintajärjestelmiä voidaan hyödyntää käytännössä.

Ajoneuvolaitteistoa on yhdenmukaistettava. Yhdenmukaistamista vaativia laitteita ovat polttoaineenkulutusta, kuorman lämpötilaa ja moottoria tarkkailevat anturit sekä ajoneuvon tiedonsiirtovälineet. Anturien ja tiedonsiirtotekniikan yhteistoiminta on välttämätöntä siirrettäessä tietoa ajoneuvojen ja ohjauskeskusten välillä. Ohjauskeskuksissa puolestaan on vielä kehittämistä EDI/OVT:n käytössä. Lisäksi sekä

ajoneuvoissa että ohjauskeskuksissa olevien laitteistojen käyttäjäliittymät vaativat kehittämistä. Erityisesti ajoneuvoasemien tulisi olla monipuolisempia ja helpommin muunnettavissa vastaamaan uusia vaatimuksia.

Ehkä eniten työtä vaativa alue on kuitenkin tiekuljetusten kanssa tekemisissä olevien viranomaisten liittäminen mukaan kuljetusten hallintajärjestelmiin. Tämä tavoite on mahdollista saavuttaa, jos tekniikkaa yhdenmukaistetaan sekä viranomaisten ja kuljetusyritysten välistä tiedonsiirtoa tehostetaan. Myös eri kuljetusmuotojen välinen yhteistoiminta vaatii tehostamista. Vasta kun eri viranomaisten ja kuljetusyritysten järjestelmät toimivat yhteistyössä, voidaan puhua integroidusta kuljetusten hallintajärjestelmästä.

Tähän asti tutkimustyö on keskittynyt lähinnä kuljetusyritysten tarpeisiin ja vaatimuksiin. Tulevaisuudessa olisi hallintajärjestelmiä syytä tutkia myös huolitsijan näkökulmasta.

Eri projektien vaikutuksia koko tutkimusohjelman tavoitteisiin (tehokkuus, turvallisuus ja ympäristöystävällisyys) tulisi tarkastella yksityiskohtaisesti. Loppupäätelmänä DRIVE II:sta voidaan sanoa, että se luo kehyksen integroidulle kuljetusten hallintajärjestelmälle. Kuitenkin Euroopassa ollaan vielä kaukana tällaisen järjestelmän lopullisesta toteutumisesta.

4.4 Transport Telematics

4.4.1 Perustietoja Transport Telematics -ohjelmasta

Transport Telematics -tutkimusohjelman eli entisen DRIVE-ohjelman kolmatta vaihetta suunnitellaan parhaillaan. Se käynnistyy todennäköisesti syksyllä 1995 ja päättyy vuonna 1998. Suunnittelu- ja koordinoituvaiheessa on epäselvyyttä aiheuttanut jatkuva budjetin pienentäminen. DRIVE II:ssa tieliikenteen telematiikkatutkimuksella oli käytettävissään vuosittain 47 miljoonaa ECUA. Vastaava summa Transport Telematics -ohjelmassa on noin 33,5 miljoonaa ECUA eli melkein 30 % vähemmän. (The Intelligent Highway 1994.)

DRIVE II osoitti, että kehittyneen tekniikan avulla voidaan vähentää ruuhkia ja ilmansaasteita, lisätä liikenneturvallisuutta sekä helpottaa ihmisten ja tavaroiden kuljettamista. Tekniikka siis helpottaa yleisten liikennepoliittisten tavoitteiden saavuttamista. Transport Telematics -ohjelmassa jatketaan tieliikenteen telematiikan kehittämistä ja lisäksi kiinnitetään huomiota myös lento-, vesi- ja rautatieliikenteeseen. Muiden tutkimusohjelmien liikennettä koskevien projektien kanssa tullaan tekemään yhteistyötä. (European Commission 1994.)

Transport Telematics -ohjelmassa käsitellään siis kaikkien kuljetusmuotojen vaatimuksia yhdenmukaisella tavalla. Kun pyritään mahdollisimman tehokkaaseen kuljetustoimintaan eli saamaan kuljetuspalvelujen käyttäjät hyödyntämään myös muita

kuljetusmuotoja kuin tiekuljetuksia, on Euroopan kuljetusverkkoa tarkasteltava kokonaisuutena. Telematiikka voi auttaa tässä pyrkimyksessä usealla tavalla:

- kehittämällä yksittäisistä kuljetusmuodoista tehokkaampia: usein yhdessä kuljetusmuodossa tehty parannus on sovellettavissa muihinkin kuljetusmuotoihin
 - tuottamalla helposti saatavissa olevaa tietoa vaihtoehtoisista kuljetusmuodoista, jotta asiakkaat osaavat valita parhaan kuljetusvaihtoehdon
 - helpottamalla eri kuljetusmuotojen välistä yhteistoimintaa, jolloin on helpompi hyödyntää useita eri kuljetusmuotoja samassa kuljetuksessa
 - mahdollistamalla kuljetusverkon tarkastelemisen kaikki kuljetusmuodot käsittävänä kokonaisuutena, mikä helpottaa pääsyä yleisiin tavoitteisiin.
- (McDonald 1994.)

Liikennetelematiikan tutkimus- ja kehittämistoiminta tulee kattamaan tiedonkeruun ja -käsittelyn sekä tietojenvaihdon. Kuljetuspalvelujen käyttäjien vaatimukset otetaan aikaisempaa tarkemmin huomioon, ja lisäksi painotetaan useille eri kuljetusmuodoille soveltuvien tekniikoiden kehittämistä (maanpäälliset tiedonsiirtoverkot ja satelliittiyhteydet). (European Commission 1994.)

Kun mietitään telematiikalla mahdollisesti saavutettavia hyötyjä, on tarkasteltava eri osapuolten vaatimuksia ja ongelmia sekä telematiikan mahdollisuuksia ratkaista nämä ongelmat. Tiekuljetusten telematiikan käyttäjät voidaan jaotella kolmeen ryhmään: asiakkaat, kuljetusyritykset ja viranomaiset. (McDonald 1994.)

Asiakkaat haluavat kuljettaa tavaransa tehokkaimmalla tavalla eli mahdollisimman edullisesti ja nopeasti. He tarvitsevat riittävästi tietoa eri kuljetusvaihtoehdoista sekä sopivan tavan tehdä kuljetusasiakirjat ja maksaa kuljetus. Kuljetusyritykset hyödyntävät telematiikkaa itse kuljetuksessa sekä sen hallinnassa ja seurannassa. Yhdistetyissä kuljetuksissa tarvitaan lisäksi yhteistoimintaa eri kuljetusmuotojen välillä. Viranomaiset tarkastelevat kuljetuksia ja liikennettä yleensä kokonaisuutena. He pyrkivät telematiikan keinoin tekemään liikenteestä ympäristöystävällistä, tehokasta ja turvallista. (McDonald 1994.)

Tieliikenteen kohdalla Transport Telematics:n painopistealueita ovat

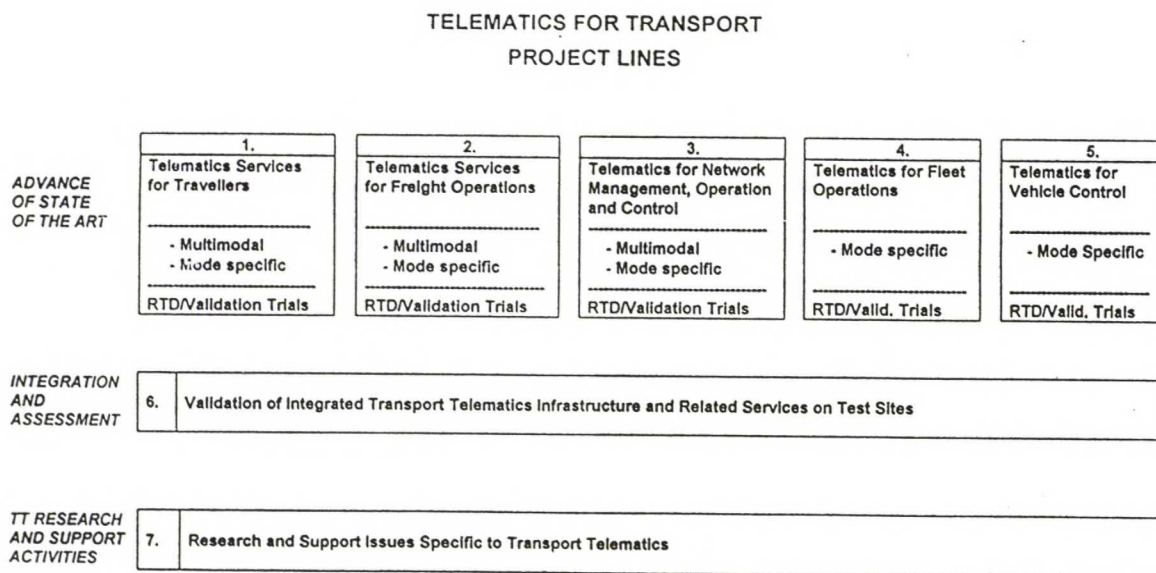
- liikenteen seuranta
- henkilö- ja tavaraliikenteen hallinta
- kuljettajan avustaminen (tiedonsiirto- ja navigointilaitteistot ja ajoneuvon kuntoa kuvaavat laitteet)
- asiakkaita helpottavat telematiikkaratkaisut (informaatiojärjestelmät helpottamaan kuljetustavan valintaa)

- yhdistetyt kuljetukset (European Commission 1994).

Käytännön työ tullaan tekemään projekteissa, kuten aikaisemmissakin vaiheissa. Tavoitteena on saada käyttäjät osallistumaan entistä aktiivisemmin projekteihin ja niiden vaikutusten arviointiin. (Liikenneministeriö 1994.)

4.4.2 Ohjelman rakenne ja tavoitteet

Transport Telematics -ohjelma on jaettu seitsemään projektiryhmään. Jaottelu on esitetty kuvassa 29.



Kuva 29. Transport Telematics -ohjelma (European Commission 1994).

Ensimmäiset viisi projektiryhmää sisältävät kunkin aihepiirin tutkimusta, kehittämistä ja käytännön testausta. Nämä aihepiirit ovat

- matkustajien telematiikkapalvelut (Telematics Services for Travellers)
- tavarakuljetusten telematiikkapalvelut (Telematics Services for Freight Operations)
- liikenneverkon hallinnan, käytön ja valvonnan telematiikka (Telematics for Network Management, Operation and Control)
- kuljetuskaluston käytön telematiikka (Telematics for Fleet Operations)
- ajoneuvon hallinnan telematiikka (Telematics for Vehicle Control). (European Commission 1994.)

Kuudes projektiryhmä yhdistää viiden ensimmäisen projektiryhmän tutkimuksen, kehitystyön ja kokeet eli luo perustan telematiikkapalveluiden käyttöönotolle. Tässä vaiheessa tehdään laajoja pilottikokeita, joissa testataan järjes-

telmäkokonaisuuksia ja varmistetaan, että käyttäjät hyväksyvät järjestelmät. (European Commission 1994.)

Seitsemännessä projektiryhmässä koordinoidaan ja yhdenmukaistetaan liikenteen telematiikkapalveluita, tiedotetaan tutkimuksista, tehdään kansainvälistä yhteistyötä ja varmistetaan käytettävien tekniikoiden ajanmukaisuus. Liikenteen telematiikkapalvelut pyritään yhdenmukaistamaan myös muilla aloilla kehitettävien järjestelmien kanssa. (European Commission 1994.)

Seuraavaksi tarkastellaan kutakin edellä mainittua viittä projektiryhmää, joissa tutkitaan, kehitetään ja testataan liikenteen telematiikkapalveluita.

Matkustajien telematiikkapalvelut

Tiekuljetusten kannalta olennaisin seikka tässä ryhmässä on kuljettajainformaatio. Kuljettaja haluaa tietoa erityisesti yleisestä liikennetilanteesta ja säätilasta suunnitellulla reitillä. Tavoitteena on tehostaa kuljettajainformaatiota telematiikan keinoin. Tähän pyritään kehittämällä avoimia ja yhteistyöhön pystyviä järjestelmiä, joissa sovelletaan nykyistä informaationkeruutekniikkaa ja reittiopastusta. (McDonald 1994.)

Tavarakuljetusten telematiikkapalvelut

Tämän projektiryhmän tavoitteet ja tutkimuskohteet saadaan suoraan kuljetusyritysten ja viranomaisten vaatimuksista. Tavoitteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- sellaisten kuljetusyrityksille ja huolitsijoille tarkoitettujen järjestelmien kehittäminen, jotka mahdollistavat koko kuljetusketjun käsittelyn yhtenä kokonaisuutena riippumatta kuljetusketjussa käytettävien kuljetusmuotojen lukumäärästä
- uusien tutkimuskohteiden sisällyttäminen ohjelmaan: kaupunkijakelun kehittäminen, yhteinen resurssien hallinta, yhdenmukaiset maksujärjestelmät (tulli, energia, informaatio ja tietoliikenneyhteydet) sekä telematiikkajärjestelmien vaikutukset yrityksiin
- tutkimuksen painopisteen keskittäminen koko Euroopan kattaviin järjestelmiin. (McDonald 1994.)

Projektiryhmässä tullaan käsittelemään seuraavia aihepiirejä: kaluston seuranta, yhdenmukaiset hallintaohjelmistot (sisäiset/ulkoiset ohjelmistot ja niiden yhteenkytkeminen), terminaalien toiminta, pienten ja keskisuurten yritysten vaatimukset, kaupunkijakelu, kuljetusresurssien hallinta ja vesikuljetusten yhdistäminen muihin kuljetusmuotoihin. (European Commission 1994.)

Tämän ryhmän tutkimustoiminnasta odotetaan saatavan seuraavia hyötyjä:

- avoimien informaatiojärjestelmien luominen, mikä helpottaa kuljetuspalveluiden yhdenmukaistamista ja rahdin seurantaa
- pienten ja keskisuurten yritysten toiminnan tehostuminen
- kaikkien kuljetusmuotojen tehokas hyödyntäminen sekä tehokkaampi ja turvallisempi siirtyminen kuljetusmuodosta toiseen
- kustannus- ja aikasäästöjen sekä paremman joustavuuden saavuttaminen kuljetuksissa
- kaupunkilogistiikan tehostuminen
- eri alojen teollisuuden olosuhteiden parantuminen luotettavien kuljetusten ansiosta. (McDonald 1994.)

Liikenneverkon hallinnan, käytön ja valvonnan telematiikka (European Commission 1994)

Tässä ryhmässä tarkastellaan tie-, ilma-, vesi- ja rautatieliikennettä sekä yhdistettyjä kuljetuksia. Tavoitteena on kehittää telematiikkaan perustuvia järjestelmiä mahdollistamaan liikenneverkon tehokkaampi käyttö normaali-, ruuhka- ja hätätilanteissa.

Tieliikenteen ja -kuljetusten tavoitteena on liikenneverkon ja onnettomuuksien hallinnan tehostaminen. Tässä ryhmässä tutkitaan seuraavia aihepiirejä:

- onnettomuuksien hallinta: telemaattiset apuvälineet, jotka mahdollistavat yhdenmukaisen onnettomuuksien hallinnan kaikissa olosuhteissa (onnettomuuksien ennustaminen ja havainnointi, oikeiden vastatoimien löytäminen, niiden toteutus ja informointi)
- liikenneverkon hallinta: valvontajärjestelmä, joka pystyy hyödyntämään ajantasalla olevia liikenne- ja säätietoja sekä karttatietokantoja
- paikallinen liikenteen valvonta, joka hyödyntää sensoreita sekä yhteyksiä ajoneuvoihin ja kuljettajiin
- usean erillisen liikenteen hallintakeskuksen hyödyntäminen (kaupunki/maaseutu, yksityinen/julkinen)
- ajoneuvojen automaattinen luokittelu ja tiemaksujen kerääminen
- liikenteen päästöjen vähentäminen käyttämällä nykyistä päästöjen arviointitekniikkaa telemaattisten järjestelmien yhteydessä.

Yhdistettyjen kuljetusten osalta pyritään kehittämään järjestelmiä, jotka mahdollistavat yhdistettyjen kuljetusten vaatimien operaatioiden dynaamisen hallinnan. Tähän liittyen luodaan euroopanlaajuinen kuljetusyritysten tietoverkko välittämään vaadittavia kuljetustietoja. Yllättävien tilan-

teiden hallintaan kiinnitetään myös huomiota. Lisäksi testataan kokeellisia malleja, jotka avustavat päätöksentekijöitä. Yhdistettyjen kuljetusten kohdalla tullaan käsittämään seuraavia aihepiirejä:

- kommunikaatio: standardijärjestelmät eri osapuolten välille
- lyhyen aikavälin hallinta: tarkoituksena on enustaa ja määritellä liikennehäiriöt ja yllättävät tilanteet, tehdä uudet aikataulut ja muutenkin korjata pidemmän aikavälin suunnitelmat vastaamaan uutta tilannetta
- mallit ja simulointi: tarkoituksena on kehittää malleja ja simulointivälineitä testaamaan telematiikkaan perustuvia järjestelmiä.

Kuljetuskaluston käytön telematiikka (McDonald 1994)

Kuljetusten hallinnassa käytetään jo nykyisin jossakin määrin suunnittelu- ja seurantajärjestelmiä, tietoliikenneyhteyksiä ja navigointijärjestelmiä. Lisäksi ajoneuvon kuntoa voidaan tarkkailla sensoreilla. Kuitenkin järjestelmissä on vielä runsaasti kehitettävää. Esimerkiksi reittisuunnittelujärjestelmät eivät hyödynnä muuttuvia liikennetietoja. Tiedonsiirtoon ja navigointiin käytetään joissakin yrityksissä satelliittijärjestelmiä, mutta ne ovat edelleenkin suhteellisen kalliita.

Suurin osa kehittyneen kuljetusten ja kaluston hallinnan vaatimasta tekniikasta on jo olemassa. Erityisesti seuraavat asiat vaativat kuitenkin vielä kehittelyä ja työskentelyä:

- kaikkia kuljetusyrityksiä tyydyttävän järjestelmän valinta standardisoinnin perustaksi
- pienille ja keskisuurille yrityksille soveltuvan järjestelmän kehittäminen
- kaluston tehokkaampi käyttäminen ja tiedonsiirron tehostaminen yhdistetyissä kuljetuksissa
- yhteistyö rinnakkaisten tutkimusohjelmien kanssa (kansalliset ohjelmat ja IVHS America).

Tämän projektiryhmän tavoitteena on kuljetusten tehokkuutta lisäävien, kustannuksia alentavien ja palvelua parantavien ohjaus- ja informaatiojärjestelmien kehittäminen (säännöllisyys, luotettavuus, ovelta ovelle -palvelut, nopea reagointi häiriöihin). Painopiste on koko Euroopan kattavissa järjestelmissä sekä pienille ja keskisuurille yrityksille soveltuvissa järjestelmissä. Lisäksi pyritään kehittämään joustavia, kysynnän mukaan toimivia kuljetuksia harvaan asuttuja alueita palvelemaan.

Ajoneuvon hallinnan telematiikka (McDonald 1994)

Tämän projektiryhmän tavoitteena on kehittää ja testata ajoneuvon seuranta- ja kuljettajaa avustavia tekniikoita. Näiden avulla pyritään tehokkaampaan kapasiteetin hyödyntä-

miseen, parantuneeseen ympäristöystävällisyyteen sekä turvallisempaan ja mukavampaan toimintaan kuljettajan kannalta.

Keinoja tavoitteisiin pääsemiseksi ovat ajoneuvossa olevat järjestelmät, jotka tarkkailevat kuljettajaa, kalustoa, päästöjä ja liikenneoloja. Lisäksi tullaan testaamaan automatisoitua moottoritieajoa soveltamalla ajoneuvojen ja ulkoisten järjestelmien välistä lyhyen kantaman tiedonsiirtoa.

5 KULJETUKSET EUREKA-OHJELMASSA

5.1 Perustietoja Eureka-tutkimusohjelmasta

Useiden Euroopan maiden teollisuuden tutkimus- ja kehitystoiminnasta vastuussa olevat ministeriöt perustivat Eureka-ohjelman vuonna 1985. Nykyisin Eurekassa on 20 jäsenvaltiota (12 EU-maata, 6 EFTA-maata, sekä Turkki ja Unkari). Eureka-tavoitteena on lisätä eurooppalaisen teollisuuden tuottavuutta ja kilpailukykyä maailman markkinoilla. Tavoitteeseen pyritään helpottamalla rajanylityksiä, kehittämällä tekniikkaa sekä tehostamalla tutkimus- ja kehitystoimintaa jäsenvaltioissa. Tutkimus- ja kehitystoimintaan osallistuu yrityksiä, tutkimuslaitoksia, yliopistoja ja korkeakouluja. (The Norwegian Institute of Technology 1994.)

Eureka-käytännön toiminta tapahtuu projekteissa, joiden sisältö vaihtelee. Eureka-projekteissa kuljetukset muodostavat oman tärkeän ryhmänsä. Tämän ryhmän 23 projektista 18 käsittelee tie- ja sisävesikuljetuksia. (Karppinen 1993a.)

Tässä käsitellään kahta parhaillaan käynnissä olevaa projektia, jotka ovat kiinnostavia tiekuljetusten ohjauksen kannalta. Nämä projektit ovat Prometheus ja Roadacom.

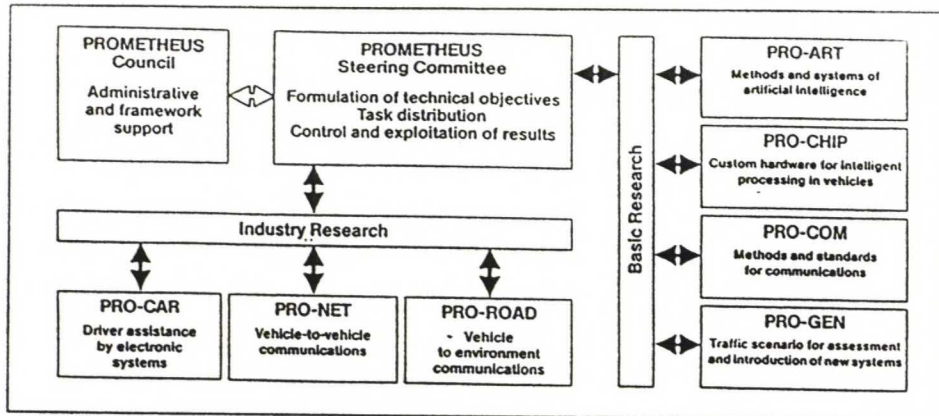
5.2 Prometheus

Eurooppalainen autoteollisuus perusti Prometheus-projektin (Programme for a European Traffic System with Highest Efficiency and Unprecedented Safety) vuonna 1986. Projektin on arvioitu päättyvän vuonna 1995. Prometheusessa on mukana yli 150 osanottajaa 11 maasta. (Teknologian kehittämiskeskus 1994a.)

Prometheusessa pyritään kehittämään nykyistä tehokkaampi, turvallisempi ja ympäristöystävällisempi liikennejärjestelmä. Tavoite on siis yhdenmukainen DRIVE/Transport Telematics-ohjelman kanssa ja siihen pyritään tehostamalla ajajien ja liikenteen hallinnasta vastaavien organisaatioiden sekä eri liikennemuotojen välistä yhteistoimintaa. Ohjelmilla on kuitenkin myös eroja: Prometheus keskittyy autoihin liittyvän tekniikan kehittämiseen ja Transport Telematics infrastruktuurin kehittämiseen. (Eureka 1991a.)

Prometheus-projektissa varsinainen tuotekehittely tapahtuu projektiin osallistuvissa yrityksissä. Prometheusen tehtävänä on mahdollistaa yrityksissä tapahtuva tuotekehittely koordinoimalla tutkimusta ja luomalla standardeja, joihin teollisuusyritykset (elektroniikka- ja autoteollisuus) ja muut alalla olevat organisaatiot sitoutuvat. (Eureka 1991a.)

Kuvassa 30 on esitetty Prometheus-organisaatio, joka koostuu neuvostosta, ohjaavasta komiteasta, teollisuustutkimusohjelmasta sekä perustutkimusohjelmasta (Salminen 1992).



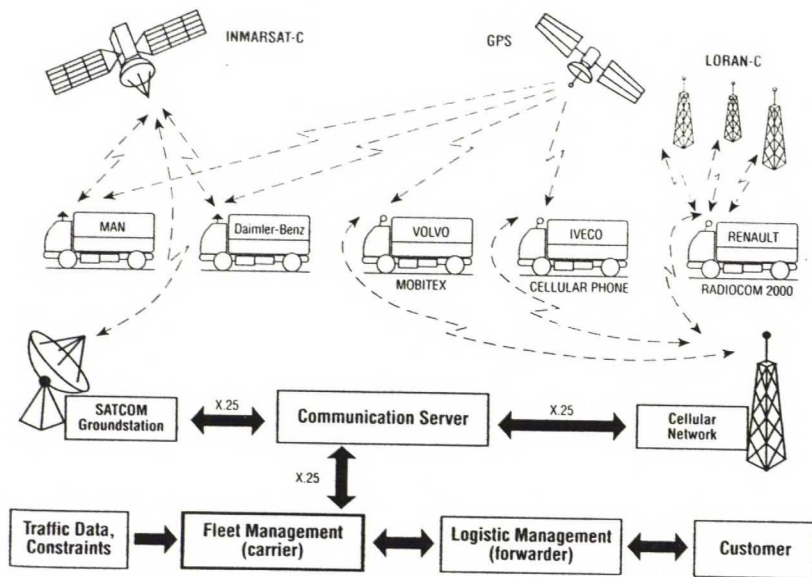
Kuva 30. Prometheuksen organisaatio (Karppinen 1993a).

Prometheuksessa tutkittavia teknisiä ratkaisuja ovat

- keskitetyt liikenteen hallintakeskukset
- tien ja ajoneuvojen välinen tiedonsiirto
- ajoneuvojen keskinäinen tiedonsiirto
- kuljettajaa avustavat järjestelmät (Eureka 1991a).

Keskitettyihin liikenteen hallintakeskuksiin kerätään liikenne- ja säätietoja. Keskukset välittävät tiedot niitä tarvitseville autoilijoille esimerkiksi tien varrella olevien liikennemajakoiden avulla. Älykkään tien ja ajoneuvojen välisen tiedonsiirron avulla saadaan tietoja liikennemääristä, ajonopeuksista, matka-ajoista ja tien kunnosta. Matka-aikatietoja saadaan ajoneuvoista, jotka ilmoittavat peräkkäisten liikennemajakoiden väliseen matkaan kuluvan ajan. Ajoneuvojen keskinäisessä tiedonsiirrossa ajoneuvot lähettävät toisilleen tietoa esimerkiksi haluamastaan turvavälistä. Ajoneuvon asennettavista kuljettajaa avustavista elektronisista järjestelmistä esimerkki on monikielinen puhejärjestelmä reittipastukseen. (Eureka 1991a.)

Prometheuksessa tutkitaan myös tiekuljetusten hallintajärjestelmää. Projektissa on mukana useita eurooppalaisia kuljetusvälineteollisuuden yrityksiä (Daimler-Benz, Fiat, Man, Renault ja Volvo) ja se on yhteistyössä DRIVE II:n IFMS-projektin kanssa. Tavoitteena on luoda koko kuljetusketjussa keskeytymätön tietovirta, joka sisältää ajoneuvojen ja ohjauskeskuksen välisen tiedonsiirron (kuva 31). (Zimmer & al. 1994.)



Kuva 31. Prometheuksen hallintajärjestelmän tiedonsiirto-verkko (Zimmer & al. 1994).

Tällä hetkellä järjestelmän kehitystyössä keskitytään

- eri tiedonsiirtovaihtoehtojen testaamiseen (Euteltracs, Inmarsat-C ja Mobitex)
- eri paikannusjärjestelmien testaamiseen ja yhdenmukaistamiseen (GPS, Euteltracs, Inmarsat-C ja GSM)
- käyttäjäystävällisten ajoneuvolaitteiden kehittämiseen
- standardiviestien kehittämiseen kaikkien kuljetusten hallinnassa mukana olevien osapuolten käyttöön
- yhteyksien luomiseen kansainväliseen EDI-verkkoon
- ajantasalla olevien liikennetietojen hyödyntämiseen reittisuunnittelussa
- vaarallisten aineiden kuljetusten seurantaan
- hätäilmoitusten välitykseen viranomaisille
- erilaisten ajoneuvo- ja kuljetustietojen keräämiseen. (Zimmer & al. 1994.)

5.3 Roadacom

Euroopan yhdentyminen avaa uusia mahdollisuuksia kuljetusalalla, mutta toimiminen laajalla alueella asettaa toisaalta myös uusia vaatimuksia kuljetusten hallinnalle. Näiden vaatimusten täyttämiseksi käynnistettiin vuonna 1989 Eureka-projekti Roadacom (En Route Applied Data Communications), joka päättynee vuoden 1994 loppuun mennessä. (Eureka 1991b.)

Projektin tavoitteena on luoda euroopanlaajuinen tiekuljetusten hallintajärjestelmä tehostamaan sekä kansallisia että

kansainvälisiä tiekuljetuksia Euroopassa. Tähän pyritään kehittämällä ajoneuvojen ja kuljetusyriytysten ohjauskeskusten välistä tiedonsiirtoa. Roadacom-projektissa kehitettävä hallintajärjestelmä koostuu seuraavista osista:

- satelliitit sekä tiedonsiirtoon että paikannukseen
- maanpäälliset tiedonsiirtoverkot
- ajoneuvolaitteisto
- yrityksen ohjauskeskuksen ohjelmisto. (Teknologian kehittämiskeskus 1994b.)

Tiedonsiirtoon käytetään siis maanpäällisiä tiedonsiirtoverkkoja sekä Inmarsat-C-satelliittijärjestelmää. Inmarsatia käyttämällä järjestelmä toimii Euroopassa, Lähi-Idässä ja Pohjois-Afrikassa. Ajoneuvot paikannetaan GPS-satelliittipaikannuksella. (Teknologian kehittämiskeskus 1994b.)

Ajoneuvolaitteisto sisältää sensoreita, kuljettajan tietokonepäänteen, antennia sekä GPS-vastaanottimen. Sensorit mittaavat jatkuvasti sekä ajoneuvon teknisiä tietoja (moottorin lämpötila, polttoaineenkulutus) että kuorman kuntoa. Kuorman kunnonmääritys on tärkeätä, kun kuljetetaan esimerkiksi pakastusta vaativia elintarvikkeita. Sensorien määrittämät tiedot välitetään sekä kuljettajan päätteeseen että ohjauskeskukseen. Mahdollisimman suuri osa ajoneuvon ja ohjauskeskuksen välisestä tiedonsiirrosta automatisoidaan. (Teknologian kehittämiskeskus 1994b.)

Yrityksen ohjauskeskuksessa olevan ohjelmiston tehtävänä on tuottaa tietoa kuljetusten hallintaa ja ohjausta varten. Ohjelmisto saa tietoa ajoneuvon kunnosta ja sijainnista, kuormasta sekä asiakkaista. Näiden tietojen perusteella se laatii huolto-, kuorma- ja reittisuunnitelmia. (Teknologian kehittämiskeskus 1994b.)

6 KULJETUKSET IVHS-OHJELMASSA

6.1 IVHS-tutkimusohjelman taustatietoja

USA:n liikenneongelmat (ruuhkat, ympäristöhaitat, onnettomuudet) ovat huomattavan suuret. USA:ssa liikennealan tutkimusohjelmien painopiste on moottoriteiden ruuhkaongelmien ratkaisemisessa. Euroopassa tutkimusohjelmat ovat monipuolisia, sillä myös turvallisuusnäkökohtiin kiinnitetään huomiota. Moottoritiet eivät pysty välittämään USA:n jatkuvasti kasvavia liikennemääriä, ja ruuhkista aiheutuu vuosittain yli kahden miljardin työtunnin menetys. 1980-luvun lopulla perustettiin Mobility 2000 -työryhmä, johon kuului yli 100 osanottajaa hallituksesta, teollisuudesta ja yliopistoista. Tavoitteeksi asetettiin 20-vuotisen ohjelman suunnittelu, jonka avulla kehitettäisiin, testattaisiin ja otettaisiin käyttöön uusia menetelmiä liikenneongelmien ratkaisemiseksi. (Karppinen 1993a.)

Ruuhkien lisäksi seuraavat seikat edesauttoivat työryhmän perustamista ja tutkimuksen käynnistämistä:

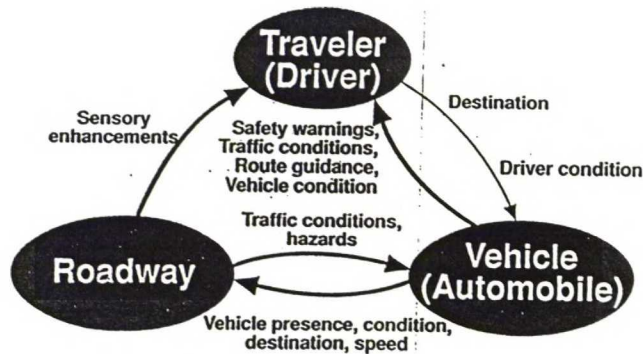
- tekniikan kehittyminen, mikä mahdollistaa uudentyyppisten keinojen käyttämisen liikenneongelmien ratkaisemisessa
- perinteisten ratkaisujen tehottomuus
- kansainvälinen kilpailu (Gerges 1994).

Työryhmän työn tuloksena syntyi IVHS-tutkimusohjelma (Intelligent Vehicle Highway System). Mobility 2000 -työryhmää ei suunniteltu alunperinkään pysyväksi organisaatioksi: se oli suunniteltu vain edeltäjäksi viralliselle julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyöhön perustuvalle organisaatiolle. Tällainen organisaatio eli IVHS America perustettiin kesällä 1990. Sen tehtävänä on koordinoida tutkimusta, tuotekehitystä, projekteja sekä järjestelmien käyttöönottoa. USA:n liikennetelematiikan tutkimusohjelman uusi nimi on ITS (Intelligent Transport Systems), mutta tässä työssä käytetään kuitenkin vielä IVHS-nimitystä. (Lamm & al. 1994.)

6.2 Tavoitteet ja rakenne

IVHS-tutkimusohjelmassa sovelletaan kehittynyttä tietokone-, sensori- ja tietoliikennetekniikkaa liikenteeseen liittyvien tietojen keräämisessä, käsittelyssä ja siirtämisessä. Tekniikkaa käytetään myös liikenneverkon käyttäjien valvonnassa, opastamisessa ja toiminnan koordinoinnissa. Tämä prosessi on esitetty kuvassa 32. (Gerges 1994.)

Road Transportation with IVHS



Kuva 32. IVHS:n liikenteen hallintaprosessi (Gerges 1994).

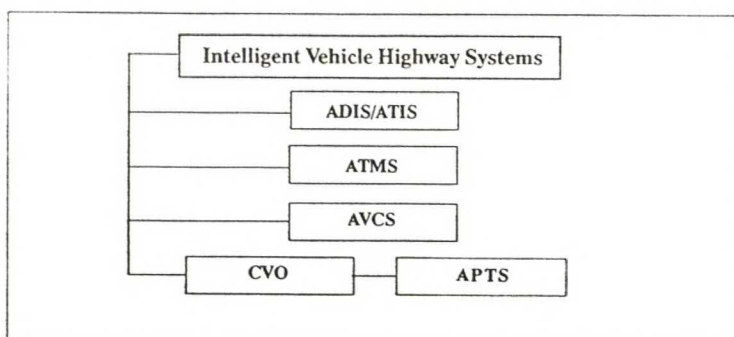
Jos tekniikkaa onnistutaan käyttämään oikein liikenteen hallintajärjestelmissä, autoilijat voivat käyttää tieverkkoa ja energioresursseja nykyistä tehokkaammin (Gerges 1994). Taulukossa 1 on esitetty IVHS-tutkimusohjelman tavoitteet.

Taulukko 1. IVHS-tutkimusohjelman tavoitteet (Lamm & al. 1994).

Goals of IVHS	
<i>Operational</i>	<i>Institutional</i>
Improve safety Reduce congestion Increase and improve the quality of mobility Improve environmental quality and energy efficiency Improve economic productivity	Create IVHS industry in the United States Revitalize the transportation profession Create new model for development and deployment of new technology

IVHS-tutkimusohjelma koostuu viidestä eri tutkimusosasta (kuva 33), jotka ovat

- kehittyneet matkustajan tietojärjestelmät eli Advanced Traveler Information Systems (ATIS)
 - kehittyneet liikenteen hallintajärjestelmät eli Advanced Traffic Management Systems (ATMS)
 - kehittyneet ajoneuvon hallintajärjestelmät eli Advanced Vehicle Control Systems (AVCS)
 - tavaraliikenne eli Commercial Vehicle Operations (CVO)
 - kehittyneet joukkoliikennejärjestelmät eli Advanced Public Transportation Systems (APTS).
- (Gerges 1994.)



Kuva 33. IVHS-tutkimusohjelman rakenne (Karppinen 1993a).

Edellä mainittuja tutkimusosia voidaan osittain rinnastaa Euroopan tutkimusohjelmiin. ATIS ja AVCS vastaavat lähinnä Prometheusta. Niissä keskitytään ajoneuvotekniikan kehittämiseen. ATMS puolestaan käsittelee infrastruktuurin kehittämistä Transport Telematics -ohjelman (DRIVE) tapaan. CVO:n kaltaisia projekteja on sekä Transport Telematics - että Eureka-tutkimusohjelmissa. Käytännön työskentely koostuu sekä perustutkimus- että koeprojekteista. (Karppinen 1993a.)

Kuljetusten ohjauksen kannalta tärkein IVHS:n tutkimusosista on CVO, jota käsitelläänkin tarkimmin tässä työssä. Kuljetusten ohjauksessa hyödynnetään kuitenkin myös matkustajien tietojärjestelmiä (ATIS) ja liikenteen hallintajärjestelmiä (ATMS). Näistä käsitellään tiekuljetusten kannalta olennaimmat osat.

6.3 Kehittyneet matkustajan tietojärjestelmät (ATIS) ja liikenteen hallintajärjestelmät (ATMS)

6.3.1 Hyödyntäminen tiekuljetuksissa

Matkustajan tietojärjestelmien ja liikenteen hallintajärjestelmien tutkimusosista ovat seuraavat aiheet tärkeitä myös tiekuljetusten kannalta:

- informointi ennen matkaa ja matkan aikana
- reittiopastus
- palveluinformaatio
- liikenteen valvonta
- onnettomuuksien hallinta (US Department of Transportation 1994).

Ennen kuljetuksen alkamista on hyödyllistä saada ajantasalla olevaa tietoa onnettomuuksista, tien kunnosta, tietöistä, nopeuksista, liikennemääristä ja säästä. Tiedot ovat tärkeitä erityisesti reitinvalinnan kannalta. Vastaavien tietojen saaminen on tärkeätä myös matkan aikana, jotta reittiä osataan tarvittaessa muuttaa riittävän aikaisin. Erityispalveluksi raskaille ajoneuvoille pyritään kehittämään järjestelmä, joka määrittää ja ilmoittaa turvallisen ajonopeuden lähestyvässä alamäessä. Tiedot voidaan välittää kuljettajille muuttuvilla liikennemerkeillä tai ne voidaan lähettää

suoraan ajoneuvopäätteisiin. (US Department of Transportation 1994.)

Reittiopastus antaa kuljettajalle ajo-ohjeet määräpaikkaan. Tyypillisesti tämä tapahtuu näyttämällä karttanäytöllä kääntymissuunta ennen jokaista risteystä. Ensimmäisen vaiheen reittiopastusjärjestelmä tulee perustumaan staattisiin liikennetietoihin. Myöhemmin kehitettävä versio hyödyntää dynaamisia, jatkuvasti ajantasalla olevia liikennetietoja. (US Department of Transportation 1994.)

Palveluinformaatio sisältää hotellien, ravintoloiden, auto- korjaamoiden, pysäköintilaitosten, sairaaloiden ja poliisiasemien sijainti- ja aukiolotietojen välittämisen kuljettajille (US Department of Transportation 1994).

Liikenteen valvonta ja hallinta on koko IVHS-ohjelman perusta ja sen avulla pyritään ohjaamaan ja tehostamaan liikennettä. Keinoja liikenteen tehostamiseksi ovat etuoikeuksien antaminen linja-autoille ja kuljetuskalustolle, vaihtoehtoisten reittien määrittäminen ja ruuhkien ennustaminen. Tavoitteina ovat ihmisten ja tavaroiden liikkumisen maksimointi ja ruuhkien minimointi. Tämä vaatii kehittyneitä liikenteen tarkkailu- ja analysointitekniikkaa sekä tietoliikennetekniikkaa, jotta löydetään oikeat liikennetiedot ja ohjeet sekä pystytään vielä välittämään ne kuljettajille. (Lamm & al. 1994.)

Onnettomuuksien hallinnan kannalta tavoitteena on kehittää järjestelmä, joka auttaa onnettomuuksien ennustamisessa, tunnistamisessa sekä oikeiden vastatoimien määrittämisessä. Vastatoimilla pyritään saamaan onnettomuuden uhrin nopeasti hoitoon sekä toisaalta raivaamaan onnettomuuspaikka mahdollisimman nopeasti liikennöitävään kuntoon. Tällaisessa järjestelmässä hyödynnetään sensoreita, tietojen käsittelyä sekä tietoliikenneyhteyksiä. (US Department of Transportation 1994.)

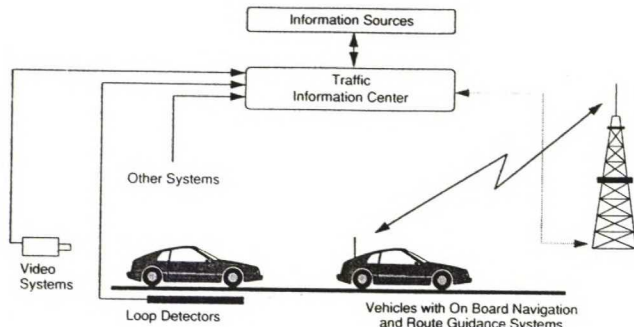
6.3.2 Advance

Advance-projekti (Advanced Driver and Vehicle Advisory Navigation Concept) on laajin IVHS-tutkimusohjelman projekteista. Siinä testataan liikennetietojen keräämistä, niiden käsitlemistä, ohjeiden välittämistä ajoneuvoihin ja pyritään tekemään arvioita laaja-alaisen dynaamisen reittiopastusjärjestelmän toimivuudesta USA:ssa. Projekti käynnistyi vuonna 1991 ja sen arvellaan päättyvän vuonna 1996. (US Department of Transportation 1994.)

Projektiin osallistuu 5 000 itsenäisellä navigointilaitteistolla ja reittiopastusjärjestelmällä varustettua henkilö- ja tavara-ajoneuvoa Chicagon esikaupunkialueella. Ajoneuvot ovat yhteydessä liikenteen informaatiokeskukseen ja toimivat näin tietoa informaatiokeskukseen tuottavina antureina. Autojen laitteistoon kuuluvaan karttatietokantaan on talletettu aikaisempiin tutkimuksiin perustuvat tieverkon eri pisteiden väliset normaalit ajoajat. Autot ilmoittavat

informaatiokeskukseen, jos joidenkin pisteiden väliseen matkaan kuluu normaalia pitempi aika. (US Department of Transportation 1994.)

Liikennetietoja kerätään myös muilla tavoilla kuvan 34 mukaisesti. Autojen lisäksi liikennetietoja saadaan silmukakailmaisimilla, videokameroilla ja eri viranomaisilta (Boyce & al. 1994).



Kuva 34. Liikenneinformaation kerääminen Advance-projektissa (Boyce & al. 1994).

Eri menetelmillä saatavat liikennetiedot käsitellään informaatiokeskuksessa ja lähetetään kokeiluun osallistuville ajoneuvoille. Ajoneuvolaitteisto määrittää tietojen avulla parhaimman reitin kuljettajan asettamaan määräpaikkaan. Reittiopastuksessa käytetään värillistä nestekidenäyttöä sekä digitaalista puhetta. (US Department of Transportation 1994.)

6.4 Tavaraliikenne (CVO)

6.4.1 Tutkimusalueet (US Department of Transportation 1994)

IVHS:n tavaraliikenteen tutkimusosan keskeiset tutkimusalueet ovat

- elektroniset kuljetusasiakirjat ja asiakirjojen automaattiset tarkastukset
- automaattinen turvatarkastus tien varrella
- automaattinen toteutumaseuranta
- ajoneuvossa tapahtuva turvallisuusseuranta
- kaluston hallinta
- vaarallisten aineiden kuljetuksissa tapahtuvien onnettomuuksien ilmoitusjärjestelmä.

Kuljetusasiakirjojen automaattisilla tarkastuksilla helpotetaan rajaselvityksiä ja minimoidaan pysähdykset sekä eri osavaltioiden että eri valtioiden välisillä rajanylityspaikoilla. Nykyisin ajoneuvot pysäytetään tarkastuksiin jokaisella rajanylityspaikalla: kuljetusasiakirjat tarkastetaan, ja lisäksi ajoneuvot yleensä punnitaan. Tutkimusprojekteissa ajoneuvot varustetaan lähetin-vastaanottimilla ja niiden turvallisuusaste, asiakirjat ja paino tarkastetaan,

kun ne ajavat normaalilla nopeudella tarkastuspisteen ohi. Ajoneuvot, joiden asiakirjoissa ei ole epäselvyyksiä ja joiden painot ovat sallituissa rajoissa, voivat ohittaa tarkastuspisteen pysähtymättä. USA pyrkii yhteistyössä Meksikon ja Kanadan kanssa tehostamaan rajat ylittävää liikennettä sekä tekniikan avulla estämään puutteellisilla asiakirjoilla varustettujen, ylipainoisten ja vaarallisten ajoneuvojen maahanpääsyn.

Automaattisilla tien varrella tehtävillä turvatarkastuksilla mahdollistetaan pääsy ajantasalla oleviin kuljetusyritystä, ajoneuvoa ja kuljettajaa koskeviin turvallisuustietoihin. Tämän avulla pystytään määrittämään, mitkä ajoneuvot on pysäytettävä erityistarkastusta varten. Sensorien avulla voidaan tarkkailla ajoneuvon ja kuljettajan tilaa ja pysäyttää ajoneuvo tarvittaessa esimerkiksi jarrutarkastusta varten.

Automaattisella toteutumaseurannalla pyritään automaattiseen matkan ja kulutetun polttoaineen mittaukseen. Järjestelmän avulla kuljetusyritykset saavat automaattisesti tiedot kussakin osavaltiossa ajamistaan kilometreistä ja kuluttamaan polttoaineesta. Automaattinen toteutumaseuranta pyrkii erityisesti vähentämään paperityötä.

Ajoneuvossa tapahtuvan turvallisuusseurannan tavoitteena on tarkkailla kuljettajan, ajoneuvon ja kuorman tilaa matkan aikana. Seurantajärjestelmä tarkkailee ajoneuvon turvallisuuden kannalta kriittisiä kohtia, kuten jarruja, valoja ja renkaiden sekä määrittää raja-arvot, joiden ylittyessä ryhdytään vastatoimiin. Kuorman tarkkailussa valvotaan esimerkiksi kuorman liikkeitä ajon aikana. Kuljettajan tarkkailussa puolestaan seurataan ajoaikoja ja yleistä valppautta. Jos olosuhteet havaitaan vaarallisiksi, varoitetaan ensin kuljettajaa ja sitten kuljetusliikkeen ohjauskeskusta sekä viranomaisia.

Kaluston hallintajärjestelmän tavoitteena on luoda tietoliikenneyhteydet kuljettajien, ohjauskeskusten ja yhdistettyihin kuljetuksiin osallistuvien yritysten välille, jotta kuljetuksia pystyttäisiin hallitsemaan tehokkaammin. Tästä saatavat edut olisivat erityisen tärkeitä yrityksille ja niille, joille on tärkeätä tietää kuljetuksen tila jatkuvasti.

Vaarallisten aineiden kuljetusten turvallisuutta pyritään lisäämään kehittämällä järjestelmä, joka

- havaitsee onnettomuudet nopeasti
- raportoi onnettomuuspaikan sijainnin ja onnettomuustyyppin
- raportoi pelastusviranomaisille onnettomuusajoneuvojen kuorman laadusta.

Järjestelmä auttaa viranomaisia löytämään oikeat vastatoimet, jotta onnettomuuden vaikutukset jäisivät mahdollisimman vähäisiksi.

Seuraavaksi tarkastellaan muutamaa tavaraliikenteeseen liittyvää projektia.

6.4.2 Advantage I-75

Advantage I-75 -projektin (1991 - 1997) tavoitteena on helpottaa ja tehostaa tavaraliikennettä sekä yrittäjien että viranomaisten näkökulmasta. Kuljetuskalusto joutuu tarkastuksiin moottoriteillä ja rajanylityspaikoilla. Näissä tarkastuksissa varmistetaan, että kuljettaja, kalusto ja kuorma täyttävät niille asetetut vaatimukset. Moottoritietarkastuksia voidaan nopeuttaa ja helpottaa soveltamalla automaattista ajoneuvon tunnistusta, vauhdissa tapahtuvaa automaattista punnitusta sekä erilaisia lähetin-vastaanottimia. Projektin odotetaan mahdollistavan aika- ja kustannussäästöjä, koska turha paperityö vähenee. Lisäksi erilaisien kuljetustietojen kerääminen ja kuljetusten seuranta helpottuu. (Tsai & al. 1993.)

Advantage testaa raskaan kaluston automaattisia tarkastuksia (paino, asiakirjat) moottoriteillä I-75 Floridasta Ontarioon (kuva 35). 2 000 - 4 000 raskasta ajoneuvoa varustetaan lähetin-vastaanottimilla ajoneuvojen automaattista tunnistusta varten. Ajoneuvon on käytävä tarkastuttamassa kuljetusasiakirjansa ja painonsa ensimmäisellä reitin varrella olevalla tarkastusasemalla. Jos kaikki vaadittavat asiakirjat hyväksytään eikä ylipainoa ole, ajoneuvo voi jatkaa matkaansa välittömästi. (Inside IVHS 1992a.)

ADVANTAGE I-75 Project



Kuva 35. Advantage I-75 -projektin sijainti (Tsai & al. 1993).

Tarkastusasemalla kerätyt tiedot talletetaan tietokoneelle ja välitetään muille tien varrella oleville tarkastusasemille. Ajoneuvo on vajaa kilometri ennen seuraavaa tarkastusasemaa lähetin-vastaanottimensa avulla yhteydessä tien

varrella olevaan ajoneuvotunnistajaan. Ajoneuvotunnistaja vastaanottaa ajoneuvon tunnusnumeron ja välittää sen tarkastusaseman tietokoneelle, joka tarkistaa tunnusnumeroa koskevat ajoneuvotiedot. Jos ajoneuvo on jo kertaalleen tarkastettu, välitetään ajoneuvoon tieto, että se voi ajaa tarkastusaseman ohi pysähtymättä. Muussa tapauksessa kuljettaja määrätään pysähtymään tarkastukseen. (Inside IVHS 1993a.)

Alunperin kommunikaatioon kuljettajan kanssa piti käyttää muuttuvia liikennemerkkejä, mutta lopulta päädyttiin tiedot suoraan ajoneuvon välittävään laitteistoon. Muuttuvien liikennemerkkien haittana olisivat olleet epäselvyydet silloin, kun ajoneuvot ajavat jonossa: kuljettajilla olisi ollut vaikeuksia havaita oikea viesti useiden viestien joukosta. (Inside IVHS 1992a.)

Perustavoitteena on mahdollistaa lähetin-vastaanottimella varustetun ajoneuvon keskeytymätön kulku moottoritiellä yhden tarkastuksen jälkeen eli yhden pysähdyksen kuljetus. Tätäkin kehittyneempää ratkaisua, täysin keskeytymätöntä kuljetusta, testataan. Keskeytymätön kuljetus perustuu vauhdissa tapahtuvaan automaattiseen punnitukseen ja kuljetusasiakirjojen tarkastamiseen. Muuten järjestelmä toimii kuten yhden pysähdyksen kuljetuksen kohdalla. Sekä yhden pysähdyksen kuljetuksessa että keskeytymättömässä kuljetuksessa viranomaiset voivat kuitenkin kutsua ajoneuvon lisätarkastukseen epäselvissä tilanteissa. Lisäksi kokeessa on mukana myös perinteinen tarkastustapa, missä ajoneuvot pysäytetään aina tarkastusta varten. (Tsai & al. 1993.)

Projektiin on suunniteltu myös seuraavia laajennuksia:

- tiedonkeruu kuljetuksista: järjestelmä mahdollistaisi jatkuvien kuljetustietojen keräämisen
- kaluston ja kuorman seuranta sekä tiedonsiirto: tarkastusasemien keräämät sijaintitiedot voitaisiin kerätä erityiseen alueelliseen keskukseen, joka välittäisi ne edelleen yrityksille
- matka-aikojen kerääminen ja määrittäminen: ajoneuvot toimisivat sensoreina ja välittäisivät eripisteiden välisiä matka-aikoja, joiden perusteella voitaisiin ennustaa kuljetuksen saapumisaika määräpaikkaan
- yhteistoiminta tullin kanssa: tietojen välittäminen viranomaisille vähentäisi päällekkäisiä tarkastustoimia. (Tsai & al. 1993.)

6.4.3 Help/Crescent

Vuonna 1985 käynnistetty Help-projekti (Heavy Vehicle Electronic License Plate) keskittyy samaan aihepiiriin kuin toinen merkittävä CVO-projekti, Advantage I-75. Help/Crescent-projekti testaa vauhdissa tapahtuvaa raskaiden ajoneuvojen punnitusta sekä ajoneuvojen automaattista tunnistusta ja luokitusta. Lisäksi tavoitteeksi asetettiin, että kuljetusyritys saisi kerralla kaikki tarvittavat kuljetusluvut tietokoneen välityksellä. Projektin uskotaan tehostavan sekä

kuljetusyritysten että kuljetuksia valvovien viranomaisten toimintaa. (Inside IVHS 1993b.)

Pyrkimys on sama kuin Advantage I-75 -projektissa: ajoneuvo tarkastetaan yhdellä tarkastusasemalla (paino ja asiakirjat), minkä jälkeen se voi ajaa keskeytyksettä määräpaikkaansa. Kuljettajan on pysähdyttävä näyttämään kuljetusasiakirjat ensimmäisellä reitin varrella olevalla tarkastusasemalla. Ajoneuvon punnitus ei vaatisi pysähtymistä, koska se tehdään vauhdissa automaattisesti. Tarkastuksessa syötetään tarkastuspisteiden yhteiseen tiedostoon tiedot kyseiselle ajoneuville tehdystä tarkastuksesta. (Inside IVHS 1993b.)

Tarkastusasemilla ajoneuvot punnitaan vauhdissa ja samalla ne myös luokitellaan ja tunnistetaan automaattisesti. Ajoneuvojen punnituksessa saadaan selville sekä akselipainot että kokonaispaino. Järjestelmässä käytetään tiehen asennettuja sensoreita. Ajoneuvojen automaattisessa luokituksessa hyödynnetään sekä akselivälimittausta että induktiivisia silmukoita. (Booth & al. 1993.)

Ajoneuvon tunnistuksen yhteydessä saadaan selville, onko kyseinen ajoneuvo jo tarkastettu. Ajoneuvon automaattiseen tunnistukseen ja viestien välittämiseen ajoneuvon (pysähtymiskäskeytys tai lupa ajaa tarkastusaseman ohi) käytetään lähetin-vastaanottimia, jotka lähettävät ja vastaanottavat ajoneuvon tunnuskoodia ja viestejä. Ohittavan ajoneuvon tunnistetietoja verrataan tarkastettujen ajoneuvojen tunnistetietoihin. Jo aikaisemmin tarkastettu ajoneuvo voi jatkaa matkaansa keskeytyksettä, kun taas tarkastamaton ajoneuvo ohjataan tarkastusasemalle tarkastusta varten. (Booth & al. 1993.)

Projektin koevaihetta, joka päättyi vuoden 1993 lopussa, nimitetään Crescentiksi. Käytännön kokeet tehtiin Brittiläisen Kolumbian ja Texasin välisillä moottoriteillä, joilla on yhteensä 30 tarkastusasemaa. (Inside IVHS 1992b.)

Ajoneuvon ja tiehen asennettavien järjestelmien lisäksi projektissa testattiin keskitettyjä tietokantoja, joiden avulla pyrittiin nopeuttamaan kuljetusyritysten ja viranomaisten välistä toimintaa kuljetuslupia hankittaessa. (Booth & al. 1993.)

Koska projektin koevaihe päättyi loppuvuonna 1993, voidaan jo tehdä arvioita projektin tuloksista. Suurin edistysaskel saavutettiin siinä, että tarkastusasemat voidaan ohittaa pysähtymättä, jos asiakirjat ovat määräysten mukaiset ja paino sallituissa rajoissa. Tämä nopeuttaa sekä kuljetusyritysten että viranomaisten toimintaa. Viranomaiset eivät aluksi uskoneet järjestelmän toimivan, ja kuljetusyritykset vastustivat vaadittavien laitteistojen asentamista kuljetuskalustoonsa. Projektin alussa yritykset vierastivat tilannetta, jossa viranomaisilla on mahdollisuus tarkkailla heidän kalustonsa liikkeitä. Kun lähetin-vastaanottimella varustettu ajoneuvo ohittaa tarkastuspisteen, sen sijainti rekisteröidään keskustiedostoon. Näin yrityksillä on mahdol-

lisuus saada sijaintitietoa kalustostaan ilman investointeja erilliseen paikannusjärjestelmään. Yritykset hyödynsivätkin tätä mahdollisuutta. (Inside IVHS 1993b.)

Toinen suuri edistysaskel saavutettiin kuljetuslupien hankkimisessa. Tietokoneen välityksellä tapahtuva lupien hankkiminen mahdollistaa kaikkien vaadittavien lupien saamisen yhdellä kerralla. Lupien anomisen yhteydessä kuljetustiedot rekisteröityvät keskustiedoston kautta kaikkien osavaltioiden tiedostoihin. Tämän ansiosta kuljettajan ei tarvitse henkilökohtaisesti asioida erikseen jokaisen lupaviranomaisen kanssa eri osavaltioissa. (Inside IVHS 1993b.)

Kolmas hyöty saavutettiin automaattisessa tietojen keräämisessä, kun ajoneuvot siirtyvät osavaltiosta toiseen. Tätä testattiin neljällä tarkastusasemalla. Kun auto ylittää osavaltioiden välisen rajan, tien varrella oleva radiomajakka lähettää ajoneuvoon tien numeron, kyseessä olevien osavaltioiden nimet, ylityshetken päivämäärän ja kellonajan. Automaattinen tietojen kerääminen helpottaa sekä kuljetusyritysten että eri osavaltioiden viranomaisten toimintaa. (Inside IVHS 1993b.)

Vaikka edistymistä siis saavutettiinkin useissa kohdissa, on silti vielä kehitettävää. Suurin ongelma on standardisoinnin puute. Erityisesti viranomaiset ovat haluttomia luopumaan omista järjestelmistään. Toinen ongelma-alue ovat tarkastukset eri valtioiden välisillä rajoilla. Teknisesti olisi mahdollista tehdä tullitarkastukset samalla tavalla kuin valtion sisäisissä tarkastuspisteissä, mutta tulliviranomaiset haluavat edelleen tehdä tarkastukset henkilökohtaisesti. (Inside IVHS 1993b.)

Koevaiheen jälkeen perustettiin erityinen Help-organisaatio edistämään kehitettyjen tuotteiden markkinoillepääsyä sekä kehittämään uusia ratkaisuja. Uutena tavoitteena on Help- ja Advantage I-75 -projekteissa käytettävien lähetin-vastaanottimien standardisointi. Tämän ansiosta sama ajoneuvo voisi osallistua kummankin projektin kokeisiin. (Inside IVHS 1994b.)

6.4.4 Turvallisen nopeuden määrittäminen raskaille ajoneuvoille (Inside IVHS 1994a)

Vuonna 1993 Coloradossa alkaneen projektin tavoitteena on lisätä kuljetus- ja liikenneturvallisuutta vuoriston pitkissä alamäissä, joista nykyisin varoitetaan vain tavallisilla liikennemerkeillä. Kuljettajalta riistäytyneet raskaat ajoneuvot ovat vakava ongelma kyseisellä seudulla. Vuoristoon onkin rakennettu erityisiä hidastusramppeja raskaille ajoneuvoille, mutta aina nekaan eivät riitä hidastamaan nopeutta riittävästi ja estämään onnettomuuksia. Lisäksi useiden kuljettajien tottumattomuus vuoriston ajo-olosuhteisiin suurentaa ongelmaa.

Projektissa automaattinen punnitus- ja ajoneuvon luokituslaitteisto määrittää juuri ennen pitkää alamäkeä turvallisen

laskeutumisnopeuden kullekin ohi ajavalle raskaalle ajoneuville. Tämä ajoneuvokohtainen nopeus ilmoitetaan kuljettajille muuttuvilla liikennemerkeillä. Lisäksi alamäen puolivälissä on toinen nopeudenmittauspiste tarkkailemassa, onko kuljettaja noudattanut ohjenopeutta. Järjestelmän pitäisi olla käytössä kesällä 1994.

Washingtonin (D.C.) lähistöllä on vuoden 1994 alusta lähtien ollut toiminnassa samantyyppinen varoitusjärjestelmä estämässä raskaiden ajoneuvojen kaatumista moottoriteiden rampeissa. Tässä järjestelmässä mitataan automaattisesti ajoneuvon paino ja mitat. Tämän jälkeen järjestelmä määrittää rajanopeuden ja vertaa sitä ajoneuvon todelliseen nopeuteen. Jos ajoneuvo ajaa rajanopeutta suuremmalla nopeudella, se on vaarassa kaatua. Kuljettajaa varoitetaan kaatumisvaarasta muuttuvilla liikennemerkeillä.

Coloradon kokeessa jokainen raskaan ajoneuvon kuljettaja saa ilmoituksen turvallisesta ajonopeudesta. Washingtonin järjestelmä puolestaan varoittaa vain välittömässä kaatumisvaarassa olevien ajoneuvojen kuljettajia. Washingtonin liikennemäärät ovat niin suuret, että jokaiselle raskaalle ajoneuville ei voida välittää turvallista ajonopeutta.

7 JAPANIN TUTKIMUSOHJELMAT

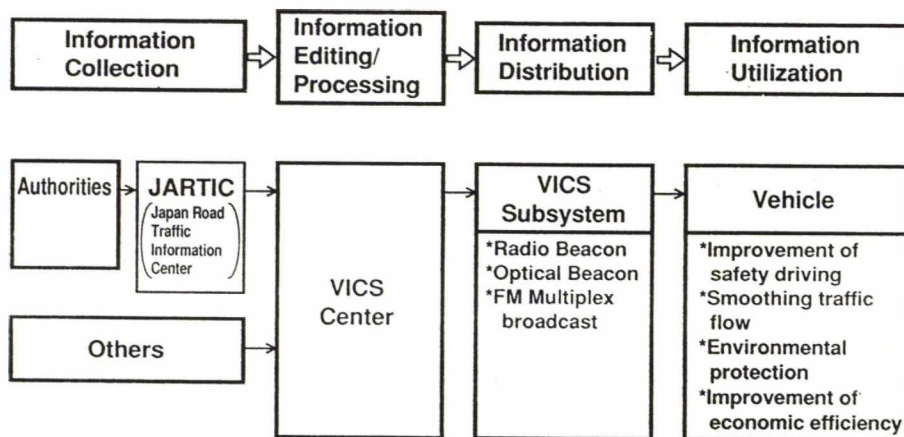
7.1 Yleistä Japanin tutkimuksesta

Myös Japanissa on havaittu liikenteen jatkuva kasvu ja sen aiheuttamat haittavaikutukset. Ensimmäiset liikenteen hallinnan tutkimusohjelmat käynnistettiin jo 1970-luvulla (Kawashima 1994). Japanin tutkimusohjelmat ovat keskittyneet yleiseen liikenteen ohjaukseen ja hallintaan: pelkästään tiekuljetuksiin keskittyviä ohjelmia ei ole. Kuljetusyritykset voivat kuitenkin hyödyntää yleiseen liikenteen hallintaan tarkoitettuja järjestelmiä. Tässä käsitellään VICS-tutkimusohjelmaa ja UTMS-hallintajärjestelmää.

7.2 VICS

VICS-tutkimusohjelma (Vehicle Information and Communication System) aloitettiin vuonna 1990. Sen tavoitteena on edistää turvallista ja ruuhkatonta tienkäyttöä sekä ympäristönsuojelua. Tavoitteeseen pyritään informaatiojärjestelmällä, joka tuottaa tienkäyttäjien kulloinkin tarvitsemaa liikennetietoa. Jos tiedetään tieverkon ruuhkaisimmat kohdat, voidaan navigointilaitteistojen avulla valita paras reitti määräpaikkaan. Jokainen informaatiojärjestelmää käyttävä kuljettaja auttaa myös niitä, jotka eivät suoranaisesti käytä järjestelmää, sillä järjestelmä pyrkii maksimoimaan koko liikennejärjestelmän tehokkuuden. (Tamura & al. 1993.)

VICS-tutkimusohjelmassa kehitettävä järjestelmä koostuu tiedon keräämisestä, käsittelystä, jakamisesta ja hyödyntämisestä (Tamura & al. 1993). Tämä prosessi on esitetty kuvassa 36.



Kuva 36. VICS-tutkimusohjelman järjestelmä (Tamura & al. 1993).

Tietoa kerätään, käsitellään ja jaetaan

- liikennemääristä (ruuhkatiedot)
- liikenneonnettomuuksista

- erilaisista liikennehäiriöistä (sijainti ja syy häiriöön)
- pysäköinnistä (vapaiden paikkojen sijainti) (Tamura & al. 1993).

Japanin viranomaiset keräävät vaadittavia tietoja ja VICS-keskus käsittelee tiedot ja lähettää ne autoilijoille. Tiedonsiirrossa ajoneuvolaitteistoihin voidaan käyttää kolmenlaista tekniikkaa: tavallisia radioaaltoja, radiomajakoita ja optisia majakoita. Radiolähetysten etuna on niiden suuri kantomatkä, joka on suunnilleen yhtä pitkä kuin tavallisissa FM-radiolähetyksissä. Myös tien varrella olevat radiomajakat lähettävät tiedot radioaaltoina, mutta niiden kantomatkä on noin 70 metriä eli kovin pitkiä viestejä ei voida välittää. Infrapuna-aaltoihin perustuvat optiset majakat sijaitsevat tien yläpuolella ja niiden kantomatkä on vain noin 3,5 metriä. (Tamura & al. 1993.)

Tietojen lopullisessa hyödyntämisessä tehokkain tapa on karttanäytöllä varustetun navigointilaitteiston käyttö autossa. Laitteiston karttanäytöllä voidaan esittää ruuhkat, onnettomuudet ja muut tärkeät tiedot. Muita vaihtoehtoja ovat alkeellisempi graafinen esitystapa sekä tekstinäyttö. (Tamura & al. 1993.)

Kehitettyä järjestelmää testattiin käytännön oloissa Tokiossa vuoden 1993 lopussa. Vielä ei ole tarkkaa tietoa siitä, milloin järjestelmä otetaan käyttöön. On kuitenkin esitetty arvioita, että tämä voisi tapahtua vuonna 1995. (Ertico 1993b.)

7.3 UTMS

Japanin poliisiviranomaiset ryhtyivät vuonna 1992 kehittämään yhteistyössä yksityisen sektorin kanssa uutta liikenteen hallintajärjestelmää, UTMS:ää (Universal Traffic Management System). UTMS-järjestelmän olennaisimmat osat ovat liikenteen valvontajärjestelmä ja sitä varten kehitettävä valvontakeskus. (Yoshida & al. 1993.)

Liikenteen valvontajärjestelmällä on viisi tehtävää, jotka ovat

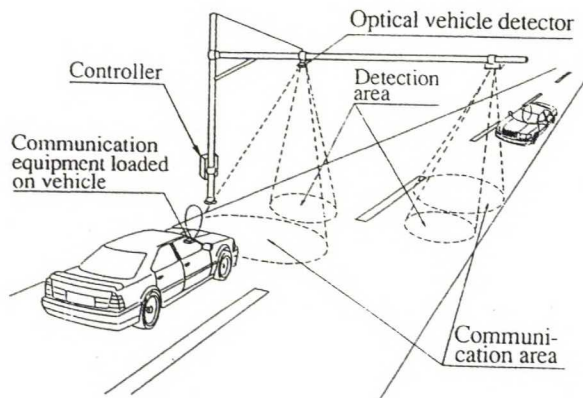
- tiedottaminen kuljettajille (liikennetiedot ja sijaintitiedot navigointia varten)
- joukkoliikenteen suosiminen
- tavara- ja henkilöliikennettä harjoittavien yritysten avustaminen tuottamalla kaluston sijaintitietoja, matka-aikatietoja ja yleisiä liikennetietoja sekä kuljettajille että yritysten ohjauskeskuksille
- päästöjen vähentäminen
- reittiopastus, joka pyrkii hajauttamaan liikennettä ja näin vähentämään ruuhkia (Ertico 1993a).

UTMS:ssä käytetään optisia, infrapuna-aaltoja lähettäviä ja vastaanottavia ajoneuvoilmaisimia sekä keräämään liikenne-

tietoa että välittämään sitä ajoneuvoihin (kuva 37). Ilmaisimet sijoitetaan tien yläpuolelle liikenteen kannalta tärkeisiin paikkoihin, kuten risteyksiin. Ilmaisimien yhteyteen asennetaan lisäksi laitteisto, joka välittää tietoa valvontakeskuksen ja ilmaisimien välillä. (Yoshida 1993.)

Ilmaisimien lähettää infrapuna-aaltoja alaspäin ja vastaanottaa joko tien pinnasta tai ajoneuvosta takaisin heijastuneen säteen. Tien pinnasta takaisin heijastunut säde on heikompi kuin autosta takaisin heijastunut säde. Tähän perustuu ajoneuvojen havainnointi. (Yoshida 1993.)

Tiedonsiirtoa varten ilmaisimissa on erillinen lähetin, joka lähettää infrapuna-aaltoja samalla tavalla kuin ajoneuvojen havainnointiin tarkoitettu lähetin. Tiedonsiirtoon ja ajoneuvojen havainnointiin tarkoitettujen lähettimien kohdistetaan siten, että ne lähettävät aaltonsa hieman eri paikkoihin. Ajoneuvolaitteisto vastaanottaa tiedot, jotka esitetään kuljettajalle ajoneuvon monitorin välityksellä. (Yoshida 1993.)



Kuva 37. UTMS-järjestelmässä ajoneuvon havainnointiin ja tiedonsiirtoon käytettävä laitteisto (Yoshida 1993).

8 YHTEENVETO KANSAINVÄLISISTÄ TUTKIMUSOHJELMISTA

Tavarakuljetusten telematiikkaa tutkitaan siis useissa tutkimusohjelmissa, joista tässä yhteydessä on käsitelty Euroopan, USA:n ja Japanin tutkimusohjelmia. Vaikka kaikissa tutkimusohjelmissa käsitellään samaa aihepiiriä, on eri maiden tutkimusten painotuksissa kuitenkin eroja. Eurooppalaisessa tutkimuksessa keskitytään laajojen ja useita osapuolia (yritykset ja viranomaiset) hyödyttävien kuljetusten ohjaus- ja hallintajärjestelmien kehittämiseen. Vaarallisten aineiden kuljetukset ovat tärkeässä asemassa eurooppalaisessa tutkimuksessa. USA:n tutkimuksessa painotetaan erityisesti moottoriteillä ja osavalttioiden rajoilla tehtävien kuljetusasiakirjatarkastusten tehostamista automatisoinnilla. Japanissa tutkitaan lähinnä yleistä liikenteen ohjausta ja hallintaa, joita voidaan toki hyödyntää myös tavarakuljetuksissa.

Telematiikkatutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa keskityttiin perustutkimukseen, jossa selvitettiin perusteita kehitettävälle järjestelmille ja tekniikoille. Seuraavassa vaiheessa kehitettiin ja testattiin vaadittavaa tekniikkaa. Nykyisessä tutkimusvaiheessa testataan eri osapuolten järjestelmien yhteistoimintaa ja tietojen käyttämistä useissa organisaatioissa. Yhteistoiminta on välttämätöntä, kun pyritään telematiikan mahdollistamiin tavoitteisiin liikenne- ja kuljetusalalla. Vaikka järjestelmien yhteistoimintaa on testattu jo useissa koeprojekteissa, vaaditaan kuitenkin vielä paljon työtä ennenkuin järjestelmät saadaan yleiseen käyttöön. Seuraavassa tutkimusvaiheessa keskitytäänkin käyttäjien vaatimuksiin, minkä uskotaan nopeuttavan järjestelmien toteutumista.

Seuraavaksi esitetään taulukkomuotoinen yhteenveto luvuissa 4, 5, 6 ja 7 käsitellyistä tutkimusohjelmista (taulukko 2). Jokaisen projektin kohdalla esitetään projektin painopistealue, tavoitteet sekä projektissa käytettävää tekniikkaa. Lähes kaikki tarkastellut projektit ovat testausvaiheessa eli niissä testataan parhaillaan telemaattisia ratkaisuja. DRIVE II:n eli Transport Telematics -tutkimusohjelman projektit ovat aivan loppuvaiheessa, sillä seuraava vaihe ohjelmasta käynnistyy syksyllä 1995. USA:ssa on jo käytössä järjestelmä, joka ilmoittaa turvallisen ajonopeuden raskaille ajoneuvoille pitkissä alamäissä. Japanissa arvellaan saatavan VICS-tutkimusohjelmassa kehitetty järjestelmä käyttöön vuonna 1995.

Taulukko 2. Yhteenveto eräistä kansainvälisistä tutkimusohjelmista ja -projekteista.

PROJEKTI	PAINOPISTE-ALUE	TAVOITE	TEKNIKKAA
DRIVE II			
Combicom	yhdistetyt kuljetukset	<ul style="list-style-type: none"> - yksikkökuormien automaattinen tunnistus ja etenemisen seuranta - ilmoitus viivytyksistä - aikataulut, kuljetusten varaaminen - eri yritysten kuljetusten yhteenliittäminen 	majakkajärjestelmä, EDI/OVT
Frame	vaarallisten aineiden kuljetukset	<ul style="list-style-type: none"> - vaarallisia aineita kuljettavien ajoneuvojen sijaintien näyttäminen - suositeltavien ja kiellettyjen reittien näyttäminen - ilmoitus onnettomuuksista sekä toimintaohjeiden antaminen - liikennetietojen välittäminen 	ajoneuvosensorit, toimikortit, GPS, satelliitti- ja linkkitiedonsiirto, karttaohjelmistot
Portico	vaarallisten aineiden kuljetukset, tiedonvälitys kuljettajille, (automaattiset painomittausasemat)	<ul style="list-style-type: none"> - liikenne- ja säätietojen välittäminen kuljettajille - kuljetusten etenemistiedot - onnettomuustiedot ja toimintaohjeet 	Inmarsat-C, GPS, EDI/OVT, induktiiviset silmukat, varoitusvalot tien varrella
Citra	vaarallisten aineiden kuljetukset	<ul style="list-style-type: none"> - liikenne- ja säätietojen sekä ohjeiden välittäminen kuljettajille - kuljetusten etenemisen seuranta 	majakkajärjestelmä, satelliittipaikannus ja -tiedonsiirto, matkapuhelimet, videotunnistus
Artis	liikenne yleisesti, vaarallisten aineiden kuljetukset	<ul style="list-style-type: none"> - liikennetietojen kerääminen ja välittäminen - liikenteen valvonta - vaarallisten aineiden kuljetusten etenemisen seuranta sekä toimintaohjeiden välittäminen onnettomuustapauksissa 	Induktiiviset silmukat, toimikortit, Euteltracs
Metafora	pienien ja keski-suurten kuljetusyritysten vaatimukset kuljetusten hallinnassa	<ul style="list-style-type: none"> - liikkuvan kaluston tiedonsiirron, EDI/OVT:n ja kaluston seurantatekniikan testaus - standardien luominen - edullisten ratkaisujen löytäminen pienille ja keski suurille yrityksille 	GPS, karttaohjelmistot, ajoneuvosensorit, EDI/OVT, majakkajärjestelmä, satelliittitiedonsiirto
IFMS	logistiikka, kuljetukset	<ul style="list-style-type: none"> - tietokoneavusteiset ja integroidut kuljetukset - logistiikan hallinta - kuljetuskaluston hallinta - ajoneuvon ja kuorman hallinta - standardisointi 	EDI/OVT, Euteltracs, Inmarsat-C, majakkajärjestelmä
EUREKA			
Prometheus	tieliikenne yleisesti, ajoneuvotekniikka, tiekuljetukset	<ul style="list-style-type: none"> - liikenne- ja säätietojen välittäminen kuljettajille - kuljetusten hallintajärjestelmä, joka mahdollistaa keskeytymättömän tietovirran kuljetusketjussa 	majakkajärjestelmä, "älykäs ajoneuvo" -tekniikka, Euteltracs, Inmarsat-C, Mobitex, GPS, GSM, EDI/OVT
Roadacom	tiekuljetukset	<ul style="list-style-type: none"> - kuljetusten seuranta - ajoneuvotiedonsiirron testaus 	linkki- ja satelliittitiedonsiirto, GPS, ajoneuvosensorit
IVHS			
Advance	liikenne yleisesti, reittiopastus	<ul style="list-style-type: none"> - liikennetietojen kerääminen ja välittäminen kuljettajille - reittiopastusjärjestelmän toiminnan arviointi 	itsenäiset navigointilaitteistot, reittiopastusjärjestelmä, linkkiyhteydet, induktiiviset silmukat, videokamerat
Advantage I-75 Help/Crescent	tiekuljetukset, automaattinen kuljetus-asiakirjojen tarkastus	<ul style="list-style-type: none"> - keskeytymätön kuljetus yhden asiakirja- ja painotarkastuksen jälkeen - kuljetusten seuranta - kuljetustietojen kerääminen tilastointia varten 	majakkajärjestelmä, tiedonsiirtoyhteydet, automaattinen punnitus
Turvallisen ajonopeuden määrittäminen raskaille ajoneuvoille	tiekuljetukset	<ul style="list-style-type: none"> - turvallisuuden lisääminen vuoristoalueilla ilmoittamalla kuljettajille ajoneuvokohtainen turvallinen ajonopeus pitkissä alamäissä 	automaattinen punnitus ja ajoneuvon luokitus, muuttuvat liikennemerkit
JAPANIN TUTKIMUSOHJELMAT			
VICS	liikenne yleisesti	<ul style="list-style-type: none"> - informaatiojärjestelmä, joka mahdollistaa liikennetietojen välittämisen kuljettajille 	induktiiviset silmukat, radiomajakat, optiset majakat, radiolähetys, navigointilaitteistot
UTMS	liikenne yleisesti	<ul style="list-style-type: none"> - liikenne- ja sijaintitietojen välittäminen kuljettajille - reittiopastus - päästöjen vähentäminen - joukko liikenteen suosiminen 	optiset ilmaisimet, tiedonsiirtoyhteydet, navigointilaitteistot

9 KULJETUSTEN NYKYINEN KÄYTÄNTÖ JA TIETOTARPEET

9.1 Haastattelututkimus

Tutkimuksen kokeellisena osana tehtiin haastattelututkimus, jolla selvitettiin suomalaisten yritysten nykyistä kuljetusten ohjausta ja hallintaa, tulevaisuuden tietotarpeita sekä suhtautumista eri tutkimusohjelmissa testattuihin teknii-
koihin. Haastateltavat yritykset valittiin siten, että kuljetusten eri osa-alueet tulivat otetuksi huomioon ja että tarkastelunäkökulmia oli useita. Haastatellut yritykset voidaan jakaa neljään ryhmään seuraavasti:

- kuljetusyritys
- teollisuus-/kauppayritys
- huolintayritys
- asiakasyritys.

Näin haastattelututkimuksessa otettiin huomioon varsinaisten kuljetus- ja huolintayritysten lisäksi myös yritykset, jotka tarvitsevat toiminnassaan kuljetuksia, mutta eivät tuota niitä ainakaan täysin itsenäisesti. Tällaisia yrityksiä ovat useat teollisuus- ja kauppayritykset sekä asiakasyritykset. Asiakasyrityksellä tarkoitetaan yritystä, jolla ei ole omaa kuljetuskalustoa eikä kuljetusten ohjausjärjestelmää: se ostaa kaikki tarvitsemansa kuljetuspalvelut. Kuljetusten eri osa-alueista olivat haastattelututkimuksessa edustettuina ulkomaankuljetukset, pitkämatkaiset kotimaan runkokuljetukset, lyhytmatkaiset jakelu- ja noutokuljetukset, vaarallisten aineiden kuljetukset sekä huolinta. Kaikkiaan haastateltiin kahdeksaa yritystä, jotka on lueteltu liitteessä 1. Haastattelut tehtiin syyskuussa 1994.

Tutkimus tehtiin henkilökohtaisena haastatteluna, koska tutkittavia asioita ei olisi pystynyt selvittämään puhelinta- tai postihaastattelulla. Haastatteluja varten laadittiin asialista, jossa yritykset eriteltiin toimintansa mukaisesti (kuljetus-, huolinta-, teollisuus-/kauppa- ja asiakasyritys). Tätä asialistaa (liite 2) käytettiin haastattelujen runkona ja kussakin haastattelussa keskityttiin juuri haastateltavan yrityksen kannalta olennaisiin asioihin.

Haastattelututkimuksen tuloksia käsitellään siten, että tässä yhdeksännessä luvussa kuljetukset on jaoteltu toiminnallisiin osiin ja kunkin osan kohdalla tarkastellaan nykyistä käytäntöä sekä mahdollisia tulevaisuuden tietotarpeita. Tässä luvussa esitetään myös joitakin lähitulevaisuuden uusia ratkaisuja, joita yritykset harkitsevat ja suunnittelevat omasta aloitteestaan. Vaarallisten aineiden tiekuljetusten seuranta- ja hallintajärjestelmä käsitellään omana kokonaisuutenaan (luku 10). Lisäksi selvitetään tulevaisuuden kehitysnäkymiä sekä yritysten suhtautumista toteutetuissa koeprojekteissa käytettyyn ja mahdollisesti tulevaisuudessa toteutettavaan tekniikkaan (luku 11).

9.2 Operointi tieverkolla

Operoinnilla tieverkolla tarkoitetaan kuljetuskaluston liikkumista. Tähän varsinaiseen kuljettamiseen vaikuttavat monet satunnaiset tekijät, joita ovat ruuhkat, onnettomuudet sekä vallitseva säätila.

Kuljettaja vastaa ajomääräykset ja kuljetettavat tavarat saatuaan tavaroiden kuljettamisesta määräpaikkaan sovittuun aikaan mennessä. Ajomääräyksiä tarkastellaan seuraavan toiminnon yhteydessä tarkemmin. Kuljettaja havainnoi tieverkon olosuhteet ja tekee omaan kokemukseensa perustuvat ratkaisut esimerkiksi eri reittivaihtoehtojen välillä. Lähes kaikissa yrityksissä kuljettajien annetaan valita ajoreittinsä itse. Vain yhdessä haastatellussa yrityksessä kuljettajille annettiin reittioptimointiohjelman suosittelu ajoreitti. Tässäkin yrityksessä arveltiin osan kuljettajista ajavan silti edelleen itse valitsemiaan reittejä pitkin. Kuitenkin yrityksen kuljetusten tehokkuus oli parantunut reittioptimointiohjelman käyttöönoton jälkeen, mistä voidaan päätellä useimpien kuljettajien noudattavan suositeltuja reittejä.

Yleensä kuljettaja ajaa säännöllisesti saman pienehkön alueen kuljetuksia, jolloin hän oppii tuntemaan alueen tieverkon ja parhaimmat ajoreitit. Tämä onkin edellytys sille, että aikataulutetut kuljetukset pystytään toteuttamaan aikataulujen mukaisesti edullisia reittejä käyttäen. Usein asiakaskunta on melko vakiintunutta, mikä helpottaa reittien sekä reittien varrella olevien ongelmakohtien oppimista. Useimmat yritykset pitävät nykyistä järjestelmää riittävän tehokkaana, minkä vuoksi suuria investointeja ei katsota tarpeellisiksi.

Autoissa on usein joko yrityksen sisäisen puhelinliikenteen mahdollistavat autopuhelimet (VHF-puhelin) tai NMT/GSM-puhelimet, joiden avulla saman yrityksen kuljettajat voivat tiedottaa toisiaan tieverkon häiriöistä (ruuhkat, onnettomuudet). Tämä onkin omien havaintojen lisäksi nykyisin käytännössä ainoa tapa saada liikennetietoja. Myös radiossa tiedotetaan liikenteestä, mutta kovin tarkkoja tietoja esimerkiksi kaupunkialueiden liikenteestä ei toistaiseksi ole tarjolla.

Tietyissä tapauksissa saattaa olla vaikeata löytää määräpaikkaan. Perinteinen tapa löytää perille on tavallisen kartan ja mahdollisten karttakoordinaattien käyttö. Digitaalisia kartta-ohjelmistoja ja paikannuslaitteita voidaan käyttää paikallistamiseen. Paikallistaminen on ongelma tosin vain harvoissa kuljetuksissa, sillä yleensä kuljettaja ajaa samalla tutulla alueella. Eniten ongelmia on puunhankintakuljetuksissa, joissa kuljettajan on löydettävä oikea puupino. Myös joissakin jakelukuljetuksissa saattaa olla vaikeata löytää perille, kun tavaraa toimitetaan ensimmäistä kertaa.

Puutavara-autot voidaan nykyisin varustaa paikannuslaitteilla, digitaalisilla karttaohjelmistoilla ja tiedonsiirtojärjestelmillä. Järjestelmät mahdollistavat ajoneuvon tarkan

sijainnin näyttämisen karttanäytöllä sekä vapaamuotoisten ohjeiden välittämisen kuljettajalle. Ajoneuvoon asennettava paikannuslaite, karttaohjelmisto ja tiedonsiirtolaitteisto maksavat noin 50 000 mk. Yleensä ajoneuvon omistaja vastaa näistä kustannuksista. Lisäksi karttaohjelmistoja on päivitettävä, mikä tapahtuu hankkimalla uusi CD-karttalevy.

Puutavarakuljetuksiin liittyvän paikallistamisongelman kannalta olennaisia tietotarpeita ovat

- paino- ja korkeusrajoitukset (sillat, tiet)
- tarkat osoitetiedot
- keli- ja kulkuvälinekunnat
- keli- ja kulkuvälinekunnat.

Paino- ja korkeusrajoitukset sekä osoitetietokannat olisi pidettävä ajantasalla ohjelmistoissa. Puutavarakuljetusten kannalta ongelmana ovat alempien luokkien tiet: niillä joudutaan ajamaan paljon, mutta niistä on vaikeampi saada tietoja kuin pääteistä.

9.3 Kuljetusten hallinta

9.3.1 Ennakkosuunnittelu

Ennakkosuunnittelun tuloksena saadaan ajomääräykset, joista ilmenevät ajoneuvojen kuormat, asiakaspisteet, aikataulut ja usein myös ajojärjestys asiakaspisteisiin. Perinteisesti kuljetukset on suunniteltu manuaalisesti, mikä tuntui haastattelujen perusteella olevan edelleenkin selvästi yleisin tapa tehdä ennakkosuunnittelu.

Ennakkosuunnittelua varten yrityksen toiminta-alue on yleensä jaettu suhteellisen pieniin osa-alueisiin. Kunkin osa-alueen ajojärjestelijä vastaa oman alueensa kuljetusten suunnittelusta. Ajojärjestelijä tekee usein yhteistyötä kuljettajien kanssa. Näin manuaalisellakin suunnittelulla päästään yritysten mukaan riittävän tehokkaisiin tuloksiin: Ajojärjestelijän kokemus vaikuttaa kuitenkin selvästi suunnittelun tehokkuuteen: kokenut ajojärjestelijä tuntee kaluston kapasiteetin, eri paikkojen väliset ajomatkat sekä ajoalueen ominaisuudet ja vaatimukset. Jos yritykseen tulee uusi ajojärjestelijä, yrityksen suunnittelun tehokkuus heikenee ainakin tilapäisesti.

Yritykset perustelivat optimointiohjelmistojen puuttumista usein oman toimintansa luonteella. Varsinaisten rahtiyritysten mukaan heidän toimintansa on liian laajaa optimointiohjelmistojen käyttämiseksi: vastaanottajia on tuhansia, mitä pidettiin liian suurena optimointiohjelmistojen kannalta. Lisäksi ohjelmistojen käyttöä vaikeuttaisivat puutteelliset tilaus- ja tavaratiedot.

Tietyissä jakelukuljetuksissa toimintaa pidettiin liian epäsäännöllisenä, jotta optimointiohjelmistoista olisi hyötyä. Asiakkaat tilaavat tuotteita täysin omien tarpeidensa mukaisesti ja usein käy niin, että kun tuotetta on jaettu

tietylle alueelle, tulee seuraavana päivänä jälleen tilaus samalle alueelle. Näin tälle samalle alueelle joudutaan ajamaan uudelleen. Tällaisen ongelman ratkaisussa optimointiohjelmistot eivät auttaisi.

Myöskään kuljetuksissa, joissa yhtä tuotetta kuljetetaan yhdeltä lähettäjältä yhdelle vastaanottajalle, ei optimointiohjelmistoilla katsottu saavutettavan olennaista hyötyä verrattuna manuaaliseen suunnitteluun. Lisäksi tällaisessa tapauksessa asiakkaat ovat usein vakioasiakkaita, mikä helpottaa suunnittelua.

Haastattelujen mukaan suurin hyöty reitti- ja kuormasuunnitteluohjelmistoista saavutetaan kaupan jakelukuljetuksissa, joissa ohjelmistoja myös käytetään eniten. Usein kaupan jakelukeskusten kuljetuksissa vastaanottajia on satoja ja asiakaskunta on lisäksi melko vakiintunutta. Ohjelmistot tietävät asiakaspisteiden väliset etäisyydet, sillä ohjelmistojen pohjana on karttaohjelmisto (GT-kartta-aineisto). Eri tieluokille voidaan itse antaa arvioidut keskinopeudet. Ohjelmisto tulostaa ajomääräykset ja valmiiksi suunnitellut ajoreitit. Ajomääräyksissä asiakkaat ovat valmiiksi toimitusjärjestyksessä. Aikataulutekijät otetaan huomioon ohjelmistoissa: jos jossakin pisteessä on oltava tiettyä aikana, ohjelmisto ottaa tämän huomioon.

Ohjelmistoja pidettiin tehokkaina ja hyödyllisinä niissä kuljetuksissa, joihin ne soveltuvat hyvin ja joissa niitä jo käytetään. Kuitenkin pääosa kuljetuksista tullaan myös lähitulevaisuudessa suunnittelemaan manuaalisesti, sillä mitään suurta investointihalukkuutta ohjelmistoihin ei tunnu olevan. Ainoastaan kaupunkialueiden jakelu- ja noutokuljetuksissa ohjelmistot yleistynevät.

Nykyisissä suunnittelujärjestelmissä käytetään lähes yksinomaan yritysten sisäisiä suhteellisen muuttumattomia seuranta- ja kapasiteettitietoja: ajojärjestelijä tietää kokemuksesta esimerkiksi tiettyjen pisteiden välisen matka-ajan. Varsinaisia liikennetietoja ei oikeastaan hyödynnetä. Lähinnä liikennetietojen hyödyntämistä ollaan nykyisin yrityksissä, joissa on optimointiohjelmisto. Näissäkin tapauksissa hyödynnetään vain itse arvioituja nopeuksia eri tieluokissa.

Haastatteluista ilmeni, että yritykset ovat keskittyneet omaan toimintaansa ja sen tehostamiseen itsenäisesti. Yritykset eivät ole osanneet kysellä tai vaatia ulkopuolisilta tahoilta suunnittelussa käyttökelpoisia tietoja. Kuitenkin tietotarpeita on. Tämä tuli esiin keskusteltaessa erilaisten vaihtoehtojen tietojen käyttökelpoisuudesta.

Noin puolet haastatelluista yrityksistä piti lähimenneisyyden liikennetietoja (matka-ajat, matkanopeudet, liikennemäärät, ruuhka-alueet) sekä ennusteita tulevasta liikenteestä tärkeinä, kun pyritään tehostamaan ennakkosuunnittelua. Lähimenneisyyden liikennetiedoilla tarkoitetaan tietyin väliajoin (esimerkiksi puolen vuoden välein) päivitettäviä tietoja. Kun ajojärjestelijä laatii aikatauluja, hän voisi käyttää edellä mainittuja tietoja. Myös ajoreittien suunnit-

teluun kiinnitettäisiin varmasti enemmän huomiota, jos olisi mahdollisuus käyttää kyseisiä tietoja. Lisäksi lähimenneisyyden tietoja voitaisiin käyttää toteutuneiden kuljetusten tehokkuusseurantaan vertaamalla eri pisteiden välisiä keskimääräisiä matka-aikoja ja matkanopeuksia toteutuneisiin kuljetusaikoihin ja -nopeuksiin.

Ajantasalla olevia sää- ja kelitietoja sekä -ennusteita voitaisiin niinikään hyödyntää erityisesti pitkämatkaisten runkokuljetusten ennakkosuunnittelussa tekemällä helpommin toteutettavissa olevia aikatauluja ja varaamalla lisäkalustoa silloin, kun keli on huono. Näitä tietoja kaipasi myös noin puolet haastatelluista yrityksistä. Kelitiedoista ja -ennusteista kiinnostuneet yritykset voisivat myös toimia järjestelmän tietojentuottajina varustamalla autonsa kitkantureilla. Tosin tarkkoja sää- ja keliennusteita on vaikeata tuottaa niin aikaisessa vaiheessa, että niitä voitaisiin todella hyödyntää. Lisäksi kaivattiin riittävän aikaisessa vaiheessa tietoja katujen poikkeuksellisista liikenne-rajoituksista.

Eri asiakaspisteiden jonotusaikatiedot kiinnostivat hieman nimenomaan ennakkosuunnittelun kannalta. Asiakaspisteiden välistä ajojärjestystä voitaisiin muuttaa varsinkin sellaisen tuotteiden kuljetusten osalta, joiden ei tarvitse olla asiakkaalla ehdottomasti tiettyyn aikaan mennessä. Varsinkin kaupunkijakelussa jonotus vie suuren osan kuljetusajasta. Jonotusaikatietoja voitaisiin saada varustamalla ajoneuvot ajoneuvopäätteillä. Kun kuljettajat jonottaisivat asiakaspisteessä, he näppäilisivät jonotuskoodin päätteeseen. Ajoneuvopäätteet olisivat yhteydessä yritykseen ja erityiseen ohjauskeskukseen, josta tiedot välitettäisiin niitä tarvitseville.

Edellä mainittujen tietojen mahdollisimman tehokas hyödyntäminen ennakkosuunnittelussa edellyttäisi optimointiohjelmistojen käyttöä. Myös nykyisessä manuaalisessa suunnittelussa tietoja voitaisiin hyödyntää jossakin määrin, mutta ei läheskään tehokkaimmalla mahdollisella tavalla. Ajojärjestelijän työ vaikeutuisi huomattavasti, jos hänen olisi laskettava ennusteista nopeimmat ajoreitit. Manuaalisessa suunnittelussa tulisivat lähinnä vain merkittävimmät tiedot ja ennusteet otetuiksi huomioon.

9.3.2 Ajomääräysten antaminen

Kuljettajille annetaan ajomääräyksillä tiedot toimituspaikoista, kuljetettavista tavaroista ja usein myös toimitusjärjestyksestä sekä -ajoista. Koska ennakkosuunnittelu on useimmissa tapauksissa edelleen manuaalista, käytetään ajomääräysten antamisessakin yleensä perinteistä tapaa: ajojärjestelijä tulostaa kuljettajien ajotehtävät paperille. Usein käytetään postinumerojaottelua tulostettaessa samaan ajomääräykseen tulevia kuljetuksia. Kuljettaja noutaa ajomääräykset tai ne toimitetaan hänelle henkilökohtaisesti. Vaikka tällaisessa järjestelmässä joudutaankin käsittelemään paperisia ajomääräyksiä, on paperityö kuitenkin vähentynyt

huomattavasti tietokoneiden yleistyttyä, sillä asiakas- ja tilaustiedot voidaan vastaanottaa suoraan tietokoneeseen.

Ajomääräykset voidaan myös lähettää suoraan autoihin, mikä edellyttää investointeja tiedonsiirtoon ja ajoneuvovarustukseen (ajoneuvopääte ja kirjoitin). Ajoneuvoon asennettava laitteisto maksaa noin 10 000 mk ja sen avulla kuljettajille voidaan lähettää myös vapaamuotoisia viestejä. Tällaisten järjestelmien käyttö on vielä kuitenkin harvinaista. Ensimmäiseksi niitä sovelletaan kuljetuksissa, joissa lähtöpaikka on eri kuin ajojärjestelijän toimipaikka. Metsäteollisuuden puunhankintakuljetukset ovat esimerkki tällaisista kuljetuksista. Kun aikaisemmin toimittiin edellä selostetulla perinteisellä tavalla, oli yrityksen varattava yksi työntekijä viemään ajomääräyksiä sopimuskuljettajille.

Ajomääräysten antamisessa voitaisiin soveltaa myös toimikorttitekniikkaa. Tällöin jokaisella kuljettajalla olisi toimikortti, johon luettaisiin yrityksen tietokoneesta kuljettajaa koskevat ajomääräystiedot. Autossa kuljettaja asettaisi kortin lukijalaitteeseen, ja autopääätteelle tulisi ensimmäinen asiakaspiste. Järjestelmä toimisi optimointiohjelmiston yhteydessä eli asiakaspisteet tulisivat ajoneuvopääätteelle optimaalisessa järjestyksessä. Järjestelmä mahdollistaisi myös kuljetusten toteutumaseurannan. Tällaista järjestelmää ei ole Suomessa vielä käytössä, mutta sitä on testattu muualla ainakin kaupunkialueiden noutokuljetuksissa. Näihin kuljetuksiin se tulee varmasti lähitulevaisuudessa Suomessakin.

Yritysten johto on jo sisäistänyt uuden tekniikan tuomat edut yrityksissä, joissa ollaan investoimassa uusiin järjestelmiin. Vielä on kuitenkin saatava kuljettajat vakuutuneiksi uusien järjestelmien eduista. Varsinkin sopimuskuljettajien kohdalla tilanne on ongelmallinen, sillä he joutuvat useimmiten kustantamaan itse tilaajayrityksen vaatiman ajoneuvovarustuksen. Kuitenkin useimmat yritykset pitäytyvät tulevaisuudessakin perinteisissä paperille tulostettavissa ajomääräyksissä.

9.3.3 Ohjaustoimet ajoneuvojen ollessa liikkeellä

Yritys voi ohjata kuljetuksiaan myös silloin, kun kuljetuskalusto on jo liikkeellä. Kuljettajille voidaan välittää tietoja liikenteestä, uusista tilauksista sekä mahdollisista ongelmista lastaus- ja purkupaikoilla. Nykyisin ajonaikaisten liikennetietojen saaminen on kuljettajan vastuulla, kuten jo aikaisemmin todettiin.

Mahdollisesti tulevaisuudessa tuotettavista ajantasalla olevista tiedoista eniten kiinnostivat onnettomuustiedot ja tiedot muista häiriöistä, joiden vuoksi tie on kokonaan suljettu liikenteeltä. Nämä tiedot kiinnostivat lähes kaikkia haastateltuja yrityksiä. Myös ajantasalla olevat keli- ja sää- tiedot kiinnostivat. Ajantasalla olevat keli- ja sää- tiedot olisivat hyödyllisiä lähinnä pitkämatkaisissa kuljetuksissa, sillä kaupunkijakelussa yritysten sisäiset tiedo-

tusjärjestelmät toimivat riittävän tehokkaasti eikä maantieteellisesti pienillä alueilla ole yllättäviä säänvaihteluita. Yritykset olivat myös kiinnostuneita saamaan tietoa liikennettä selvästi hidastavista ruuhkista, jos samalla annettaisiin karkea ajo-ohje (esimerkiksi suositeltaisiin Päijänteen itäpuolista reittiä).

Tietöistä saadaan jo nyt riittävästi tietoa. Tarkemmat tietyötiedot eivät yritysten mukaan olisi hyödyllisiä, sillä varsinkaan pitkämatkaisissa kuljetuksissa vaihtoehtoisia reittejä ei oikeastaan ole. Ainoaksi järkeväksi vaihtoehtoksi jää odottaminen. Sensijaan tielaitoksen tulisi haastattelujen perusteella tehostaa tietöiden tekemistä (erityisesti mainittiin päällystystyöt).

Ajantasalla olevista liikennemäärä- ja ajonopeustiedoista ei uskottu juurikaan saatavan hyötyä kuljetusten ajonaikaisessa ohjauksessa. Tämä johtuu siitä, että yritykset noudattavat aikatauluja sekä kokemuksen myötä syntyneitä ajoreittejä, jotka takaavat normaalisti riittävän tehokkaan toiminnan. Pitkämatkaisten kuljetusten aikatauluissa on lisäksi usein pieni vara viivästyksille. Varsinkaan lyhytmatkaisissa kuljetuksissa näistä tiedoista ei uskottu hyödyttävän. Uudelleenreititystä ajantasalla olevien liikennetietojen perusteella ei myöskään pidetty toteuttamisen arvoisena.

Eri asiakaspisteiden ajantasalla olevia lastaus- ja purkuaikatietoja ei arveltu pystyttävän hyödyntämään ajonaikaisessa ohjauksessa. Kaupunkijakelussa, jossa turha jonottaminen on ongelma, ajetaan ennakkosuunnitelmien mukaisesti eikä ajonaikaista uudelleenreititystä tehdä. Kaupunkijakeluyritysten joukossa oli kuitenkin hieman kiinnostusta ajantasalla oleviin jonotusaikatietoihin. Varsinaisille rahtiyrityksille jonottaminen ei ole ongelma ainakaan niiden omissa terminaaleissa. Muissa terminaaleissa on pieniä ongelmia, mutta silti tarkkoja jonotusaikatietoja ei arveltu tarvittavan.

Kun kuljettaja lähtee ajamaan, hän tietää yleensä kaikki tulevat ajotehtävänsä. Kuitenkin yritykseen tulee jatkuvasti uusia kuljetustilauksia (ja myös peruutuksia), jotka olisi pystyttävä toteuttamaan mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Tämän edellytyksenä ovat ajoneuvojen sijainti- ja kuormatiedot sekä ajoneuvojen ja ajojärjestelijän väliset tiedonsiirtoyhteydet. Usein ajojärjestelijä tietää kokemuksesta, missä ajoneuvot suunnilleen ovat ja onko niissä tilaa uusille kuljetettaville tavaraille. Näiden tietojen varmistaminen vaatii kuitenkin puhelinyhteyttä kuljettajaan. Ajojärjestelijä voi myös pyytää kuljettajaa ilmoittamaan, kun kuormatila on tyhjentyneessä.

Tehokkaimmin uudet kuljetustilaukset voitaisiin toteuttaa, jos käytettäisiin jatkuvaa kuljetusten ohjaus- ja hallintajärjestelmää (paikannus, digitaaliset kartat, tiedonsiirto, kuormatiedot), joka mahdollistaisi tilanteen hallinnan yrityksen ohjauskeskuksessa sekä uusien ajomääräysten ja vapaamuotoisten viestien lähettämisen suoraan ajoneuvoihin. Ideaalitapauksessa ajoneuvot olisivat jatkuvassa yhteydessä

tilausten vastaanottoon. Vapaamuotoisina viesteinä voitaisiin kuljettajille lähettää esimerkiksi laiva- ja juna-aikataulutietoja. Järjestelmät ovat vielä harvinaisia eikä niihin olla yleisesti investoimassa lähitulevaisuudessakaan, mutta ne yleistynevät myöhemmin hintojen laskiessa. Yritysten järjestelmille asettamat takaisinmaksuaikavaatimukset vaihtelivat puolesta vuodesta kahteen vuoteen. Nykyisin järjestelmiä käytetään jossakin määrin ainoastaan metsäteollisuuden puunhankintakuljetuksissa (paikallistamisongelma) sekä Itä-Eurooppaan suuntautuviissa kuljetuksissa.

9.3.4 Varoitusjärjestelmät

Haastattelututkimuksessa tiedusteltiin myös liiallisista ramppi- ja alamäkinopeuksista varoittavien järjestelmien tarvetta. Yritysten mukaan järjestelmiä ei tarvita Suomessa, mutta niiden arveltiin olevan käyttökelpoisia erityisesti vuoristoseuduilla.

9.4 Kuljetuskustannukset

Yritysten on tiedettävä kuljetustoiminnastaan aiheutuvat kustannukset monesta eri syystä. Kustannustietoja tarvitaan, kun suunnitellaan uusia reittejä, laaditaan kuljetussopimuksia ja tehdään arvioita toiminnan tehokkuudesta. Myös tielaitos kerää kuljetuskustannustietoja, mutta yritykset eivät ole kiinnostuneita näistä tielaitoksen tiedoista, koska yritysten on tunnettava nimenomaan omat kustannuksensa.

Yritykset määrittävät kuljetuskustannuksensa kilometriä kohden yleensä omista toteutuneista kuljetussopimuksista jakamalla kustannukset kuljetusäisyydellä. Eri tieluokkien kilometrikustannukset saadaan tarkastelemalla eri tieluokkien kuljetuksia. Usein kuljetusyrityksillä on itse määritetyt taulukot, joista ilmenevät eri alueiden väliset etäisyys-, matka-aika- ja kustannustiedot. Kaikkien yksittäisten paikkakuntien välisiä tietoja ei ilmoiteta taulukossa, vaan lähekkäin sijaitsevat paikkakunnat kootaan yhdeksi alueeksi. Paikkojen ryhmittelyssä voidaan käyttää kunta- ja postinumerojakoa.

Reittien kustannusten määrittämisessä käytetään jo nyt jossakin määrin digitaalisiin karttoihin (vektorimuotoinen GT-kartta) perustuvia ohjelmia, jotka laskevat edullisimmat reitit. Kartoissa tiet on jaoteltu eri luokkiin, joilla on omat kustannuksensa ja ajonopeutensa. Yritys voi myös asettaa kullekin tielle omien kokemustensa mukaiset keskimääräiset ajonopeudet sekä kilometrikustannukset. Nämä tiedot onkin asetettava, jotta tulos olisi totuudenmukainen. Esimerkiksi metsäteollisuuden puunhankintakuljetuksissa olisi hyödyllistä tietää alimpien tieluokkien ajokustannukset ja ajonopeudet, koska näissä kuljetuksissa suuri osa kuljetusajasta ajetaan alempien luokkien teillä.

Yritykset pyrkivät pitämään itsensä tietoisina myös kuljettajiensa ylityötilanteesta. Nykyisin joissakin kuljetusyrityksissä on jo elektroninen työajan seuranta: kuljettajilla on omat toimikortit, jotka ajoneuvolaitteeseen asennettuina rekisteröivät työtunnit ajopiirturin tavoin. Työtunneista saadaan tietoa kuitenkin vasta laskutuskauden lopussa, kun kuljettajat purkavat laitteensa. Tämä on järjestelmän heikkous yrityksen kannalta, sillä kuljettajat voivat tehdä runsaasti ylitöitä, mikä tulee yritykselle kalliiksi.

Ratkaisuna ylityöongelmaan esitettiin yrityksen kuljetusten hallintajärjestelmän yhteyteen asennettavaa laitteistoa, joka toimisi samoin kuin edellä selostettu elektroninen lukijalaite ja olisi lisäksi jatkuvassa yhteydessä yrityksen työaikakirjanpitoon. Näin pystyttäisiin välttämään ylimäärisiä ylitöitä antamalla uusia kuljetustehtäviä vain kuljettajille, joiden työtunnit eivät vielä ole täynnä kyseisellä laskutusjaksolla.

9.5 Kuljetusten etenemisen seuranta

Kuljetusten etenemisen seurannalla yritykset pyrkivät saamaan tiedon kuljetuskaluston tai yksittäisen lähetyksen sijainnista kuljetuksen aikana. Erityisesti huolintaliikkeen on tiedettävä yksittäisten lähetysten sijainnit. Noutokuljetuksissa puolestaan halutaan mahdollisimman nopeasti tiedot toteutuneista noudoista. Etenemisen seuranta ikäänkuin vertaa kuljetusten toteutumista suunniteltuihin aikatauluihin.

Ulkomaankuljetukset ja myös pitkämatkaiset kotimaan runkokuljetukset vaativat monia käsittelykertoja kuljetuksen aikana, mikä asettaa suuria vaatimuksia myös lähetysten etenemisen seurannalle. Lisäksi nykyiset tuotantomenetelmät vaativat täsmällisiä kuljetuksia. Nykyinen lähetysten etenemisen seurantamenetelmä on manuaalisen ja automaattisen seurannan yhdistelmä, jossa lähetysten koodit ja muut rahtikirjatiedot kirjataan yrityksen sisäiseen tietojärjestelmään (EDI/OVT), kun lähetyksiä käsitellään terminaaleissa (lastaus, vastaanotto). Tässä sisäisessä tietojärjestelmässä on siis tiedot lähetysten eri vaiheista.

Tällaisen seurannan heikkoutena on lähetysten manuaalinen tunnistaminen. Tunnistaminen tapahtuu lukemalla esimerkiksi kontin kyljessä oleva tunnusnumero. Tunnistusvaiheessa saat-
taa tulla luku- ja kirjoitusvirheitä. Joissakin tapauksissa käytetään jo nykyisin optisia lukulaitteita ja viivakoodeja, jotka eliminovat tämän ongelman. Viivakoodien huono kulu-
tuskestävyys saattaa kuitenkin aiheuttaa uusia ongelmia. Toisen ongelman nykyisessä järjestelmässä aiheuttaa tavaran
kuittaminen lähteneeksi heti sen jälkeen, kun se pakataan esimerkiksi konttiin lähtösatamassa. Jos konttia ei jostain
syystä siirretäkään laivaan aikataulun mukaisesti, lähe-
tyksen myöhästyminen huomataan vasta määräsatamassa.

Edellä selostettu nykyinen etenemisen seurantajärjestelmä on toiminut kohtuullisesti ainakin rahtiyritysten kannalta,

mutta tulevaisuudessa käytetään varmasti yksikkökuormati-loihin ja ajoneuvoihin kiinnitettäviä tunnisteita sekä kuljetusketjun varrella olevia lukijalaitteita (lähetin-vastaanotin). Tunnisteet ja lukijalaitteet mahdollistaisivat lähetysten todellisen kulun tehokkaamman seurannan: esimerkiksi laivan portilla voisi olla lukijalaite, joka tunnis-taisi lastattavat kontit. Näin saataisiin järjestelmään tieto, että tietty kontti on todella lastattu laivaan.

Edellä on käsitelty yksittäisten lähetysten etenemisen seuranta pitkissä ja useita kuljetusvaiheita vaativissa kuljetuksissa. Seurantatarvetta saattaa olla myös lyhyissä kuljetuksissa. Tällöin seurataan yksittäisen ajoneuvon ete-nemistä.

Kuten jo ajonaikaisen ohjauksen kohdalla todettiin, ajojär-jestelijä tietää usein lyhyissä kuljetuksissa (jakelukulje-tukset) ajoneuvojen summittaiset sijainnit. Mahdollinen tarkempi seuranta tapahtuu puhelimitse. Lyhyissä kuljetuk-sissa ei ole tarvetta seurata ajoneuvojen sijaintia tarkem-min. Lähinnä Itä-Eurooppaan suuntautuvien ulkomaankulje-tusten sijainnin seurannassa käytetään satelliittipaikannus-laitteita ja -tiedonsiirtoyhteyksiä sekä digitaalisia kart-toja. Näissä kuljetuksissa käytetään kehittyntä seuranta-tekniiikkaa, koska NMT/GSM-yhteydet eivät toimi Itä-Euroopas-sa. Haastattelujen mukaan oikeastaan missään muissa kulje-tuksissa ei ole tarvetta eikä tarkoitusta käyttää mainittua tekniikkaa lähitulevaisuudessa. Seurantatekniiikasta on tosin keskusteltu yrityksissä, mutta investointeja ei ole juuri-kaan tulossa ennenkuin laitteistot halpenevat.

Kuljetusyritysten palveluita käyttävien yritysten (teolli-suus- ja kauppayritykset) toiminnan kannalta on olennaista, että tilatut tuotteet saapuvat suunniteltujen aikataulujen mukaisesti, koska tuotanto on suunniteltu tarkasti etukä-teen. Tämän vuoksi ne toivovat kuljetusyrityksiltä täsmälli-siä toimituksia ja toisaalta tietoja viivytyksistä mahdolli-simman aikaisessa vaiheessa. Nykyisin asiakasyritykset saavat tietää viivytyksistä vasta siinä vaiheessa, kun tavara ei saavukaan aikataulun mukaisesti. Vasta kun asiakas tiedustelee viivytyksen syytä, ryhdytään kuljetusyrityksissä manuaalisesti selvittämään, missä tavara on. Tätä asia-kasyritykset pitävät suurena ongelmana. Joissakin kulje-tusyrityksissä on pyrkimys kohti asiakkaiden aktiivista informointia: asiakkaille tiedotettaisiin automaattisesti viivytyksistä sekä ilmoitettaisiin samalla uusi aikataulu.

Noutokuljetuksissa pyritään saamaan tiedot toteutuneista kuljetusmääristä yrityksen konttoriin mahdollisimman nopeas-ti. Tämä mahdollistuu tiedonsiirtoyhteydellä ajoneuvojen ja konttorin välillä: kuljettaja näppäilee toteutuneiden nouto-jen määrät ajoneuvopäätteeseen, ja samalla rekisteröityy kellonaika. Nämä tiedot siirretään välittömästi yrityksen tiedostoihin. Näin pystytään tarkkailemaan esimerkiksi raaka-aineen hankintasuunnitelman toteutumista. Myös lasku-tusta voidaan nopeuttaa ajantasalla olevalla toteutu-maseurannalla. Tällaista järjestelmää käytetään jo metsä-teollisuudessa.

Toteutumaseurannalla voitaisiin tarkkailla myös kuljettajien tehokkuutta. Nykyisin saadaan ajotietoja lähinnä vain ajo-
piirturikiekoista, jotka kertovat kuitenkin vain suuret
tapahtumat (tauko, siirtymäajo, nouto- tai jakeluajo).
Ajopiirturit eivät siis mahdollista nouto- tai jakeluajon
tarkkaa seurantaakaan. Yrityksissä on harkittu paikannuslait-
teistojen ja digitaalisten karttojen käyttämistä myös tässä
mielessä: laitteistot kertoisivat ajetut reitit ja kellon-
ajat eri asiakkaiden kohdalla. Näin saataisiin varmasti
tehostettua kuljettajien toimintaa.

9.6 Yrityksen sijoittuminen

Yrityksen sijoittuminen (strateginen sijainnin suunnittelu)
eli sen toimipisteiden maantieteellinen sijainti vaikuttaa
yrityksen kuljetuskustannuksiin. Teollisuus- ja kauppayri-
tysten kohdalla on olennaista tuotantolaitosten ja varasto-
jen sijainti ja kuljetusyritysten kohdalla vastaavasti
terminaalien sijainti. Toimipisteiden sijaintipaikat on har-
kittava tarkasti, sillä niiden muuttaminen on kallista.

Kun teollisuus- ja kauppayritykset harkitsevat sijoittumis-
taan, on niiden otettava huomioon

- hankintakuljetuskustannukset
- runkokuljetuskustannukset varastojen välillä sekä
- jakelukuljetuskustannukset.

Varastoverkko on yleensä muodostunut ajan myötä markkina-
alueiden perusteella. Yleisenä periaatteena on palveleminen
siellä, missä on asiakkaita. Vanha varastoverkko asettaa
rajoituksia varastojen sijainninsuunnittelulle: yleensä
harvennetaan vanhaa varastoverkkoa, mutta toimitaan kuiten-
kin edelleen vanhoissa varastoissa. Uusia varastoja ei siis
rakenneta. Jos varastoverkko uudistettaisiin täysin, tulisi
siitä yleensä erilainen kuin vanhaa verkkoa harventamalla
muodostetusta verkosta.

Sijoittumisen suunnittelussa hyödynnetään potentiaalisten
markkina-alueiden väestöennusteita, nykyisiä liikenneverko-
tietoja sekä itse määritettyjä kuljetuskustannustietoja. Sen
sijaan yritykset eivät ole ottaneet huomioon tietoja tule-
vaisuuden liikennehankkeista (uusi tie, silta, rautatie,
vesiväylä) eivätkä nämä tiedot tuntuneet kiinnostavan yri-
tyksiä kovin paljon tulevaisuudessakaan. Viranomaisien tuot-
tamiin kilometrikuljetuskustannuksiin ja muihin liikennetie-
toihin (liikennemäärät ja matka-ajat viime vuosilta) ilmeni
kiinnostusta lähinnä vain vertailun kannalta.

Myös raaka-aineiden hankkiminen vaatii strategista suunnit-
telua. Raaka-aineiden hankkimisen yhteydessä harkitaan
esimerkiksi sitä, mistä raaka-ainetta kannattaa hankkia
millekin tuotantolaitokselle. Esimerkiksi metsäteollisuuden
puunhankintapolitiikkaan voi kuulua seuraavia tekijöitä:

- hankitaan ensisijaisesti sieltä, mistä saadaan
sopivaa puuta riittävästi

- kuljetuskustannukset
- riski: hankinta on levitettävä niin laajalle alueelle, että puuta saadaan varmasti riittävästi.

Puunhankintakuljetuskustannuksia pyritään minimoimaan strategisella tasolla määrittämällä kuntakohtaiset keskipisteet. Ne saadaan painottamalla käyttökelpoisen puun määrällä (puupainopiste). Keskipisteistä määritetään sekä etäisyydet että kuljetuskustannukset tuotantolaitoksiin. Näin saadaan selville, miltä alueilta puuta kannattaa kuljettaa kuhunkin tuotantolaitokseen. Tulevaisuudessa pienennetään tarkastelualueita ja pyritään optimoimaan jopa jokainen ostettu puuerä erikseen samalla tavalla kuin nykyisin tehdään kuntakohtaisesti. Metsäteollisuusyrityksissä ollaan sitä mieltä, että puunhankinnan ohjausjärjestelmä on nykyisin jo välttämättömyys. Järjestelmän uskotaan maksavan itsensä takaisin vuodessa.

Strateginen sijainninsuunnittelu ei ole kuljetusyrityksille yhtä olennaista kuin teollisuus- ja kauppayrityksille. Kuljetusyritysten kannalta olennaista on kuitenkin terminaalin sijainninsuunnittelu. Terminaaliverkkoa on yleisesti harvennettu, koska vaadittava palvelutaso pystytään takaamaan harvemmallakin verkolla. Tyypillinen palvelutaso kotimaan kuljetuksissa on toimitus 24 tunnissa mistä päin Suomea mihin päin Suomea tahansa. Kuljetettavia lähetyksiä aletaan noutaa noin klo 14.00, ja terminaalien väliset runkokuljetukset alkavat noin klo 19.00. Tämä mahdollistaa noutokuljetuksissa jopa kahden tunnin ajomatkan yhteen suuntaan eli terminaaliverkko voi olla suhteellisen harva. Nykyistä terminaaliverkkoa ei harvennettane enää ainakaan paljoa.

9.7 Kuljettajan tunnistus

Nykyisin on joissakin tapauksissa täysin mahdollista, että asiaankuulumaton kuljettaja vie lähetettävät tavarat. Ongelma on suurin tavarantoimittajan lähtövarastossa tai -terminaalissa; jossa tavaraerän luovuttaja ei tunne kaikkia lähetyksiä noutavia kuljettajia eikä tarkastuksia aina tehdä. Suurista yrityksistä lähetyksiä noutavat useiden kuljetusyritysten kuljettajat, mikä vaikeuttaa kuljettajien tuntemista.

Ongelman poistamiseksi kaivattaisiin järjestelmää, jossa autoissa olisi tunnistimet ja terminaalin portilla lukijalaitte. Lukijalaitte lukisi tunnisteen tiedot (kuljettaja, auton rekisterinumero, kuljetusliike, toimeksiantajan tiedot), kun auto ajetaan portista sisään ja vertaisi tietoja tilausvahvistuksen yhteydessä annettuihin vastaaviin tietoihin. Mikäli tiedot eivät täsmäisi, auto pysäytettäisiin tarkastusta varten.

Toinen kontrollivaihe voisi olla varsinainen tavarantoimitus: kuljettaja kuittaisi tavarantoimituksen vastaanotetuksi lukijalaitteella, jolla luettaisiin sekä kuljettajatiedot että lähetystiedot. Kuljettajalla voisi olla mukanaan oma lukijalaitteella luettava toimikortti. Jos kuljettajatiedot

eivät täsmäisi lähetyksen kyljessä olevan tunnisteen tietojen kanssa, hälytettäisiin tästä automaattisesti.

Kuljetusyritysten omissa terminaaleissa ongelmaa ei ole, sillä niissä kaikki kuljettajat tunnetaan yleensä henkilökohtaisesti. Kuitenkin joissakin kuljetusyrityksissä käytetään varmuuden vuoksi henkilökorttia, jotta kuljettajien henkilöllisyys voidaan tarvittaessa tarkastaa.

9.8 Tiedonsiirto

Kuljetuksiin liittyy paljon eri osapuolten välillä siirrettäviä tietoja. Rahtikirjassa on kuljetusta koskevat olennaiset tiedot (kuorman laatu ja määrä, lähtö- ja määräpaikka), joita käytetään kuljetuksen aikana moneen tarkoitukseen. Rahtikirjaa käytetään

- tavaravastuun siirtymisen seuraamiseen
- kuljetussopimuksena
- laskutuksen perustana
- kuljettajan jakeluohjeena.

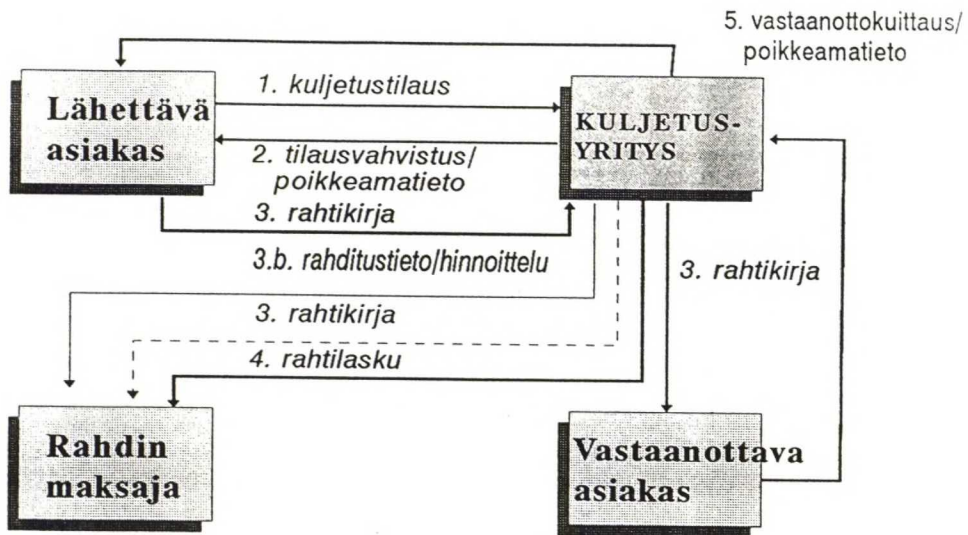
Rahtikirja on vielä nykyisinkin paperimuotoinen ja seuraa tavaralähetystä koko kuljetuksen ajan. Vaarallisten aineiden kuljetuksissa paperimuotoisen rahtikirjan on lakisääteisesti seurattava lähetystä. Paperimuotoinen rahtikirja aiheuttaa suhteellisen paljon työtä, minkä vuoksi yhtenä EDI/OVT-järjestelmän osana onkin kehitetty EDI-rahtikirjaa.

EDI-rahtikirja on jo olemassa, mutta sen käyttö on vielä suhteellisen vähäistä. Kuitenkin yritykset ovat haastattelututkimuksen perusteella tiedostaneet EDI-tiedonsiirron olemassaolon ja mukanaan tuomat edut. Yritysten sisäisissä tietojärjestelmissä on kuitenkin myös rahtikirjatiedot. Kuljetusala on yksi edelläkävijöistä EDI-tiedonsiirrossa. EDI-tiedonsiirtoon onkin jo investoitu useissa yrityksissä ja tullaan investoimaan myös tulevaisuudessa. Myös EDI-tullauksesta oltiin kiinnostuneita.

Suomessa kuljetusalalla on käytössä nykyisin seuraavat EDI/OVT-sanomat:

- kuljetustilaus
- rahtikirja
- rahtilasku
- tilausvahvistus/poikkeamatieto.

Näiden sanomien käyttämistä kuljetusten eri osapuolten välisiin yhteyksiin esittää kuva 38.



Kuva 38. Kotimaan kuljetusten EDI-tietovirrat (Hilksa 1992).

10 VAARALLISTEN AINEIDEN TIEKULJETUSTEN SEURANTA- JA HALLINTAJÄRJESTELMÄ

10.1 Määritelmä ja viranomaismääräykset

Tutkimuksessa selvitettiin myös tarvetta kehittää vaarallisten aineiden kuljetusten seuranta- ja hallintajärjestelmä, joka perustuisi viranomaisten ja yritysten väliseen yhteistyöhön. Tässä yhteydessä käsitellään vaarallisten aineiden tiekuljetuksia koskevia viranomaismääräyksiä, vaarallisten aineiden kuljetusten nykyistä hallintaa ja valvontaa sekä eri osapuolten suhtautumista seuranta- ja hallintajärjestelmään.

Vaarallisilla aineilla tarkoitetaan aineita ja esineitä, jotka räjähdys-, palo- tai säteilyvaarallisuutensa, myrkyllisyytensä, syövyttävyytensä tai muun ominaisuutensa vuoksi saattavat aiheuttaa vahinkoa ihmisille, omaisuudelle tai ympäristölle. Vaaralliset aineet on ryhmitelty 8 luokkaan. (Suomen Kuorma-autoliitto ry. 1994.)

Suomessa kuljetettiin vuonna 1993 noin 24 milj.t vaarallisia aineita. Vaarallisten aineiden osuus oli noin 5,5 % Suomessa kuljetetusta kokonaistavaramäärästä (t). Vaarallisten aineiden kuljetussuorite oli vastaavasti noin 2 460 milj.tkm, mikä oli noin 10 % Suomen kokonaiskuljetussuoritteesta. Valtaosa kuljetettavista vaarallisista aineista on nestemäisiä polttoaineita. Näiden osuus on noin 60 % kuljetetusta vaarallisten aineiden määrästä (t) ja noin 50 % kuljetussuoritteesta (tkm). (Tielaitos 1994.)

Koska vaarallisten aineiden kuljetukset muodostavat riskejä sekä kuljettajille että ympäristölle, on tärkeätä, että valtio säätelee näitä kuljetuksia viranomaismääräyksillä. Vaarallisten aineiden tiekuljetuksia koskevat kansalliset määräykset ovat

- laki vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä
- asetus vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä
- asetus vaarallisten aineiden kuljettajien ajoluvasta
- tiekuljetussopimuslaki
- liikenneministeriön päätös vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä
- asetus vaarallisten aineiden kuljetusasiain neuvottelukunnasta
- asetus vaarallisten tavaroiden kansainvälisistä tiekuljetuksista tehdyn eurooppalaisen sopimuksen (ADR) voimaantulumisesta. (Suomen Kuorma-auto-liitto ry. 1994.)

Näistä tarkastellaan tässä yhteydessä neljää ensimmäistä.

Laki vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä on puitelaki, jossa määritellään vaarallisten aineiden kuljetusten yleiset säännöt. Viranomaisella on oikeus säätää asetuksella tarkemmat määräykset vaarallisten aineiden kuljetuksista.

Ylin viranomainen on liikenneministeriö. Poliisilla puolestaan on oikeus estää vaarallisten aineiden kuljetus, joka ei täytä vaatimuksia. Kuljetusyritys on vastuussa siitä, että kuljettaja tuntee riittävän hyvin kuljetettavaa vaarallista ainetta koskevat määräykset. Lisäksi ajoneuvon on täytettävä annetut vaatimukset. Kuljetuksen aikana kuljettaja on vastuussa määräysten mukaisesta toiminnasta. (Suomen Kuorma-autoliitto ry. 1994.)

Asetuksella vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä tarkennetaan edellä mainitun lain yleissääntöjä. Asetuksessa selvitetään toimivaltaiset viranomaiset, määritellään vaaralliset aineet ja luokitellaan ne. Lisäksi asetetaan vaatimuksia aineiden pakkaamiselle, kuormaamiselle, purkamiselle ja käytettävälle kuljetuskalustolle (rakenteet, varusteet, asiakirjat, merkitseminen, katsastus ja tarkastukset). Liikenneministeriölle annetaan oikeus rajoittaa kunnan esityksestä vaarallisten aineiden kuljettamista tietyllä alueella tai tiellä. (Suomen Kuorma-autoliitto ry. 1994.)

Asetuksessa vaarallisten aineiden kuljettajien ajoluvasta määritellään vaarallisten aineiden kuljetukset, joissa vaaditaan vaarallisten aineiden kuljetuslupa eli VAK-lupa. Lisäksi määritellään kouluttajille ja koulutettaville asetettavat vaatimukset. (Suomen Kuorma-autoliitto ry. 1994.)

Tiekuljetussopimuslaissa määritellään vastuukysymykset kuljetettavan tavaran osalta. Lähettäjä on velvollinen korvaamaan rahdinkuljettajalle vahingon, jonka tavaran puutteellinen pakkaaminen aiheuttaa henkilölle, moottoriajoneuvolle, varusteille tai muulle tavaralle. Korvausvelvollisuutta ei kuitenkaan ole, jos puutteellisuus oli havaittavissa tai rahdinkuljettajan tiedossa, kun hän otti tavaran kuljetettavakseen. Lain mukaan lähettäjän on ilmoitettava tarkasti lähettämänsä vaarallisen aineen ominaisuudet sekä tarvittavat varotoimenpiteet. (Suomen Kuorma-autoliitto ry. 1994.)

Vaarallisten aineiden kuljetusmääräyksiä on noudatettava kuljetettaessa vapaarajan ylittävää määrää vaarallista ainetta. Vapaarajalla tarkoitetaan eri vaarallisille aineille säädettyä painorajaa, jota pienempiä määriä kuljetettaessa ei tarvitse noudattaa vaarallisten aineiden kuljetusmääräyksiä (VAK-määräykset). Vaikka kuljetettaisiin vapaarajaa pienempää määrää vaarallista ainetta, on kuitenkin noudatettava vaarallisten aineiden kuormaamisesta, purkamisesta ja yhteenkuormauskiellosta annettuja määräyksiä. Yhteenkuormauskielto kieltää keskenään vaarallisella tavalla reagoivien vaarallisten aineiden kuljettamisen samassa kuormatilassa. (Suomen Kuorma-autoliitto ry. 1994.)

Edellä selostetut määräykset koskevat Suomessa tapahtuvia vaarallisten aineiden kuljetuksia. YK:n aloitteesta on laadittu eurooppalainen sopimus, ADR, säätelemään kansainvälisiä vaarallisten aineiden tiekuljetuksia. Sopimukseen on sitoutunut 21 Euroopan valtiota Suomi mukaanlukien. Myös rautatie-, vesi- ja ilmaliikenteellä on omat vastaavat sopimuksensa säätelemässä ja yhdenmukaistamassa kansainväli-

siä vaarallisten aineiden kuljetuksia. Kun vaarallisilla aineilla lastattua ajoneuvoa kuljetetaan ulkomaille esimerkiksi laivassa, on noudatettava niitä määräyksiä, jotka säätelevät vaarallisten aineiden merikuljetuksia. (Suomen Kuorma-autoliitto ry. 1994.)

10.2 Nykytilanne

Vaarallisia aineita kuljetetaan erityisreittejä pitkin. Reitit joko kiertävät asutuskeskukset tai ohittavat ne mahdollisimman nopeasti. Yritysten mukaan erityisreitiverkko on riittävän kattava eikä reiteistä aiheudu ongelmia kuljetuksille, sillä yritystenkin kannalta on järkevää välttää vilkkaasti liikennöityjä keskustoja. Vaarallisten aineiden kuljetusreittejä noudatetaan suhteellisen hyvin, mutta varmasti poikkeuksiakin löytyy. Poliisi valvoo reittien noudattamista ja järjestää silloin tällöin tehovalvontaa. Lisäksi vaarallisten aineiden kuljetus voidaan rajoittaa eriasteisesti tietyllä alueella liikennemerkein. Usein yritykset pyrkivät myös ajoittamaan kuljetuksensa öiseen aikaan, jolloin riskit sivullisille ovat pienemmät kuin vilkkaasti liikennöitynä aikana.

Vaarallisia aineita kuljettava ajoneuvo on merkittävä varoituskilvillä. Lisäksi mukana on oltava rahtikirja, turvaohjekortti sekä VAK-ajolupa. Rahtikirjassa on tiedot kuljettavasta aineesta, ja turvaohjekortissa mainitaan kuljettavan aineen erityispiirteet sekä toimenpiteet onnettomuuden sattuessa. VAK-lupa oikeuttaa kuljettamaan vaarallisia aineita kotimaassa. Kuljettajien on periaatteessa osattava turvaohjekortit, mutta käytännössä tiedoissa lienee puutteita. Kuljettavan aineen seurantaa varten kuormatilassa on mahdollisesti lämpömittari, jota kuljettajan on tarkkailtava. Muita sensoreita kalustossa ei ole. Kuljetuskaluston sijainnin seuranta perustuu ajojärjestelijöiden tietämykseen muiden kuljetusten tavoin.

Jos vaarallista ainetta kuljettava ajoneuvo joutuu onnettomuuteen, kuljettaja ottaa puhelimitse yhteyden ensin pelastusviranomaisiin (aluehälytyskeskus) ja sen jälkeen esimieheensä. Pelastustoimen johtajalla on vastuu pelastustoimista onnettomuuspaikalla ja hän kysyy tarvittaessa ohjeita kuljetusyritykseltä. Nykyisessä järjestelmässä ei aina tiedetä onnettomuusajoneuvon kuorman laatua, mikä saattaa aiheuttaa suuria ongelmia. Turhien evakuointien estämiseksi olisi onnettomuustapauksissa aina tiedettävä ajoneuvon kuorman laatu. Esimerkiksi eräässä tositapauksessa vaarallista ainetta kuljettaneen ajoneuvon kuljettaja menehtyi onnettomuudessa. Kuljettaja oli kuitenkin jo tyhjentänyt vaarallisen aineen ajoneuvon tankeista ja ottanut tilalle puhdasta pesuvettä tankkien puhdistamiseksi. Pelastustoimen johtaja ei tiennyt kuorman laatua, ja vasta kuljetusyrityksen ajojärjestelijä pystyi auton kulkusuunnasta päättelemään, ettei tankeissa voinut enää olla vaarallista ainetta.

10.3 Ehdotettu järjestelmä

Tässä ehdotettava vaarallisten aineiden kuljetusten seuranta- ja hallintajärjestelmä perustuisi satelliittipaikannukseen, digitaalisiin karttoihin sekä viranomaisten, yritysten ja kaluston väliseen tiedonsiirtoon. Tällaisia järjestelmiä on tutkittu ja testattu useissa eurooppalaisissa projekteissa (Frame, Portico, Citra, Artis). Järjestelmän avulla viranomaisten ja yritysten ohjauskeskuksissa tiedettäisiin jatkuvasti vaarallisia aineita kuljettavien ajoneuvojen sijainnit, reitit ja kuljetettavat aineet. Nämä tiedot olisivat erittäin tärkeitä onnettomuustapausten hallinnassa. Kuljetuksen alkaessa syötettäisiin seuranta- ja hallintajärjestelmään

- ajoneuvotiedot: rekisterinumero, omistaja ja soveltuvuus kuljetukseen
- kuljettajatiedot (VAK-lupa)
- kuormatiedot: kuorman laatu ja määrä
- toimintaohjeet onnettomuustapauksissa.

Tietojen syöttämisessä voitaisiin hyödyntää toimikortteja. Tiedot olisivat ajoneuvon paikkatiedon tavoin jatkuvasti nähtävissä ohjauskeskuksissa, ja lisäksi kuljetuksen päättymisestä ilmoitettaisiin järjestelmälle. Ajoneuvoon voitaisiin myös asentaa sensoreita tarkkailemaan kuormaa ja tekemään tarvittaessa automaattisen hälytyksen.

Tällainen järjestelmä nopeuttaisi pelastustoimia, sillä onnettomuuspaikalle lähdetessä tiedettäisiin kuorman laatu ja määrä. Myös onnettomuuspaikan löytäminen helpottuisi. Lisäksi järjestelmän avulla voitaisiin valvoa, etteivät vaarallisia aineita kuljettavat ajoneuvot aja liian lähellä toisiaan ja että ne noudattavat sallittuja reittejä.

Ennen tässä tarkasteltavan laajan järjestelmän toteuttamista tullaan varmasti käyttämään järjestelmää, joka valvoo vaarallisten aineiden kuljetuksia tietyissä tieverkon kriittisissä kohdissa (esimerkiksi tunnelit). Tällainen järjestelmä voitaisiin toteuttaa asentamalla kriittisiin tieverkon kohtiin lähetin-vastaanottimet ja ajoneuvoihin tunnistet.

10.4 Suhtautuminen ehdotettuun järjestelmään

Julkisella sektorilla ei ole yksimielisyyttä ehdotetusta vaarallisten aineiden kuljetusten seuranta- ja hallintajärjestelmästä. Liikenneministeriön mielestä nykyinen järjestelmä toimii melko hyvin, minkä vuoksi vaarallisten aineiden kuljetusten seuranta- ja hallintajärjestelmän kehittämistä ei ole toistaiseksi pidetty ensisijaisen tärkeänä. Pelastusviranomaisten mielestä valvonta ja seuranta on riittävän tehokasta, kun poliisi valvoo pistokokein vaarallisten aineiden kuljetusreittien noudattamista ja kun ajoneuvojen sijainnit selvitetään tarvittaessa NMT/GSM-puhelimilla. Tielaitos sen sijaan on kiinnostunut järjestelmän tutkimisesta. Muutama vuosi sitten järjestelmästä keskusteltiin

yrittäjien ja pelastusviranomaisten keskuudessa, mutta mitään konkreettista ei saatu aikaan.

Myös vaarallisia aineita kuljettavien yritysten suhtautuminen asiaan oli haastattelujen perusteella kaksijakoista: osa yrityksistä oli kiinnostunut, mutta osalla yrityksistä ei ollut kiinnostusta järjestelmän kehittämiseen. Jälkimmäisen ryhmän mielestä järjestelmästä tuskin olisi mitään hyötyä, koska riittävän kattavat vaarallisten aineiden kuljetusreitit on jo olemassa. Tämän ryhmän yrityksissä tällainen seuranta- ja hallintajärjestelmä koettiin turhaksi painolastiksi, koska oma toiminta ei vaadi ajoneuvojen tarkkaa seurantaan. Näissä yrityksissä järjestelmä otetaan käyttöön vain, jos se määrätään pakolliseksi.

Yrityspuolella oli siis kuitenkin myös kiinnostusta järjestelmän kehittämiseen. Suuria määriä ja vaarallisimpia aineita kuljettavat yritykset olivat kiinnostuneimpia järjestelmästä. Näissä yrityksissä on tiedostettu näiden kuljetusten aiheuttamat uhat ympäristölle ja ihmisille. Järjestelmän kehittämistä pidettiin resurssikysymyksenä: yrityksissä ymmärrettiin, ettei viranomaisilla ole nykyisessä taloudellisessa tilanteessa varaa sijoittaa järjestelmän kehittämiseen. Kuitenkin nämä yritykset olisivat jopa itse valmiita investoimaan kehitystyöhön, mikäli viranomaiset päättäisivät kehittää järjestelmää.

11 KEHITYSNÄKYMÄ

11.1 Tutkimustoiminta

Tavarakuljetusten telematiikkatutkimusta jatketaan edelleen useissa tutkimusohjelmissa eri puolilla maailmaa. Suomalaisittain erityisen mielenkiintoinen on EU:n Transport Telematics -tutkimusohjelma (DRIVE), josta käynnistyy syksyllä 1995 uusi tutkimusvaihe. Uuden tutkimusvaiheen painopisteitä tulevat olemaan käyttäjien tarpeet (erityisesti pienet ja keskisuuret yritykset), yhdistetyt kuljetukset sekä yritysten ja viranomaisten ohjaus- ja hallintajärjestelmien yhteistoiminta. Yhteistoiminnalla pyritään yhdistämään yritysten ja julkisten organisaatioiden järjestelmät, mikä tehostaisi kuljetuksia.

Euroopassa, USA:ssa ja Japanissa tullaan varmasti kiinnittämään huomiota myös järjestelmien saamiseen yleiseen käyttöön. Vain tällä tavalla voidaan päästä telematiikan mahdollistamiin tavoitteisiin, jotka ovat liikenne- ja kuljetusjärjestelmien tehokkuuden, turvallisuuden ja ympäristöystävällisyyden lisääminen.

USA:ssa on tutkittu ongelmia, joita ilmenee, kun kuljetusalalla pyritään toteuttamaan telemaattisia ratkaisuja. Suurimmiksi ongelmiksi havaittiin taloudellinen epävarmuus ja eri organisaatioiden erilaiset näkemykset ratkaisujen sisällöstä, tavoitteista ja toteuttamisesta. Taloudellinen epävarmuus ilmenee siten, että telemaattisiin ratkaisuihin ei uskalleta investoida, vaikka niistä ollaan periaatteessa kiinnostuneita. Investointeja ei uskalleta tehdä, koska ratkaisujen aiheuttamia kustannuksia ja toisaalta etuja ei tiedetä riittävän tarkasti. Eri organisaatioiden erilaiset näkemykset vaikeuttavat standardien luomista. Jo ajoneuvoihin ja yksikkökuormatiloihin kiinnitettävien tunnistaiden valinta aiheuttaa vaikeuksia. (Hallenbeck & al. 1994.)

Tutkimuksen mukaan tehokkain tapa ratkaista edellä kuvatut ongelmat olisi perustaa järjestelmä, johon yritysten ja julkisten tahojen olisi mahdollista osallistua suhteellisen pienillä investoinneilla. Lisäksi kunkin osallistuvan organisaation tulisi voida osallistua juuri itseään kiinnostavaan projektiosaan ja saada etuja projektista oikeassa suhteessa sijoittamaansa pääomaan. Tällainen järjestelmä olisi alunperin yksinkertainen, mutta sitä voitaisiin laajentaa, kun osallistujat havaitsevat järjestelmästä saatavat edut. Vaikka tässä käsitelty tutkimus tehtiin USA:ssa, ovat tulokset varmasti laajennettavissa muuallekin. (Hallenbeck & al. 1994.)

Myös poliittinen tuki on tärkeätä, kun pyritään toteuttamaan telemaattisia ratkaisuja. Japanissa ollaan tällä hetkellä lähimpänä järjestelmien käytännön toteuttamista, mikä johtuu juuri laajasta poliittisesta tuesta sekä tutkimuksen rahoittamisesta. Euroopassa toteuttamista hidastavat eri maiden erilaiset näkemykset. Tässä suhteessa Euroopan järjestelmien koordinoinnista vastaava Ertico-organisaatio on tärkeässä asemassa. (French & al. 1994.)

Myös standardisointityöhön on kiinnitettävä huomiota, sillä vaadittavan tekniikan olisi oltava standardisoitua ennen laajojen järjestelmien toteuttamista. Standardiratkaisut mahdollistaisivat esimerkiksi koko Euroopan kattavat järjestelmät. Standardisoinnin kannalta tärkeässä asemassa ovat Euroopan standardisointijärjestö CEN (Comite European de Normalisation) sekä yksittäiset valtiot silloin, kun ne valitsevat käytettävää tekniikkaa.

Myös Suomessa tutkitaan kehittyneen tekniikan mahdollisuuksia tehostaa liikennettä ja kuljetuksia. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV) on tutkinut mahdollisuuksia luoda pääkaupunkiseudulle ajoneuvojen paikannukseen ja tiedonsiirtoon perustuva palvelujärjestelmä. Järjestelmä mahdollistaisi ajoneuvojen paikannuksen ja seurannan sekä reittiopastuksen ja -optimoinnin. Järjestelmässä erityinen palvelukeskus tuottaisi järjestelmään kuuluville organisaatioille ajoneuvojen paikkatietoja sekä liikennetietoja. Tutkimus ei ole kuitenkaan vielä johtanut konkreettisiin toimiin, mutta tarkoituksena on jatkaa projektia tekemällä siitä toteuttamisselvitys. (Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta 1994.)

Seuraavaksi tässä luvussa tarkastellaan tulevaisuudessa ainakin jossakin määrin käytettävien tekniikoiden mahdollisuuksia vaikuttaa kuljetuksiin. Lisäksi selvitetään haastateltujen yritysten suhtautumista tulevaan tekniikkaan.

11.2 Tulevaisuuden tekniset ratkaisut

Tulevaisuuden tekniikoina tarkastellaan pistekohtaiseen paikannukseen, tunnistukseen ja tiedonsiirtoon perustuvaa järjestelmää sekä yritysten sisäisiä kuljetusten ohjaus- ja hallintajärjestelmiä, jotka perustuvat paikannukseen, tiedonsiirtoon ja digitaalisiin karttoihin. Nämä tekniikat on valittu tarkasteluun, koska niitä on testattu useissa tutkimusprojekteissa ja nimenomaan näitä tekniikoita tullaan varmasti soveltamaan myös tulevaisuuden järjestelmissä.

Pistekohtaisesti toimiva järjestelmä (saattomuistitekniikka) koostuu tien varrella olevista lähetin-vastaanottimista ja ajoneuvoissa tai kuormatiloissa olevista tunnistesteistä. Lähetin-vastaanottimet lukevat tunnistesteistä tietoja ja välittävät tiedot edelleen liikenteen ohjauskeskukseen. Tutkimusprojekteissa tämä liikenteen ohjauskeskus on jonkin julkisen organisaation perustama ja ylläpitämä. Myös haastattelujen perusteella ohjauskeskuksen tulisi olla viranomaisjohtoinen, mutta periaatteessa se voisi olla myös jonkin yksityisen organisaation ylläpitämä. Tästä ohjauskeskuksesta tiedot ovat kaikkien järjestelmään kuuluvien organisaatioiden luettavissa. Lähetin-vastaanottimet voivat myös välittää liikennetietoja suoraan ajoneuvoihin.

Jotta tällaisesta järjestelmästä saadaan riittävän kattava, täytyy lähetin-vastaanottimia olla riittävän tiheässä. Tyypillisiä sijoituspaikkoja ovat risteykset. Matkapuhelinjärjestelmien linkkiasemaverkkoa voitaisiin hyödyntää, jotta

vältettäisiin laajat investoinnit uuteen verkkoon. Tässä tapauksessa tunnisteita lukevien lähetin-vastaanottimien tulisi olla riittävän tehokkaita, jotta ne toimisivat myös hieman pitemmillä etäisyyksillä.

Edellä selostetun järjestelmän lisäksi voidaan tulevaisuudessa hyödyntää paikannuksesta, tiedonsiirrosta ja digitaalisista kartoista muodostuvia yritysten omia ohjaus- ja hallintajärjestelmiä. Näistä osista voidaan muodostaa useita erilaisia järjestelmiä, sillä esimerkiksi paikannukseen ja tiedonsiirtoon on mahdollista käyttää lukuisia teknisiä sovelluksia (GPS, NMT, GSM, Mobitex). Tällaiset järjestelmät muodostetaan yritysکوhtaaisesti vastaamaan tarkasteltavan yrityksen tarpeita. Laajin ja teknisesti edistynein järjestelmä koostuu satelliittipaikannuksesta ja -tiedonsiirrosta sekä digitaalisesta karttaohjelmistosta, mutta järjestelmä voi olla myös yksinkertaisempi.

Nykyisin keskustellaan paljon satelliittipaikannuksesta, mutta ajoneuvot voidaan siis paikantaa myös muilla tavoilla. Jotkut haastatelluista yrityksistä ehdottivat matkapuhelinverkkojen käyttämistä paikannukseen. NMT- ja GSM-matkapuhelimien sijainti määritetään tietyin väliajoin ja tätä ominaisuutta voitaisiin hyödyntää luonnollisesti myös kuljetusten ohjauksessa. Tällainen paikannus ei olisi jatkuva paikannusmenetelmä, mutta silti se olisi varmasti käyttökelpoinen useissa kuljetussovelluksissa.

Satelliittipaikannukseen perustuvat järjestelmät ovat haastattelututkimuksen perusteella yrityksille tutuimpia edellä käsitellyistä tekniikoista. Niitä pidettiin monipuolisempina, uudenaikaisempina ja myös hyödyllisempinä yritysten kannalta kuin pistekohtaaisesti toimivaa järjestelmää, koska ne mahdollistavat seurannan lisäksi myös kuljetusten ohjauksen. Satelliittipaikannukseen perustuviin järjestelmiin on viitattu jo luvussa 9, koska yritykset itse ehdottivat niitä ratkaisuksi joihinkin toiminnan ongelmakohtiin. Kuitenkin pistekohtaiseen paikannukseen ja tunnistukseen perustuva järjestelmä olisi hyödyllinen esimerkiksi kulunvalvonnassa terminaali-alueiden porteilla. Tällaisen järjestelmän etuna on myös yksikkökuormatilojen seurannan mahdollistuminen, sillä satelliittipaikannuksen vaatimia laitteita tuskin tulee yksittäisiin kuormatiloihin. Toisaalta olisi turhan tuntuista investoida lähetin-vastaanotinverkkoon, jos satelliittipaikannukseen perustuvat järjestelmät kuitenkin yleistyvät tulevaisuudessa. Satelliittipaikannukseen perustuvien järjestelmien yleinen käyttö vähentäisi vastaavasti pistekohtaisen järjestelmän käyttöä ja informaatioarvoa. Tässä tapauksessa pistekohtaiseen paikannukseen ja tunnistukseen perustuva järjestelmä olisi vain eräänlainen siirtymäkauden ratkaisu siirryttäessä nykyisestä kuljetusten ohjauksesta satelliittipaikannukseen perustuviin ohjaus- ja hallintajärjestelmiin.

11.3 Kuljetusten tehostamismahdollisuuksia

11.3.1 Ennakkosuunnittelu

Nykyisin yritykset hyödyntävät toiminnassaan lähinnä itse keräämiään kustannus- ja tieverkon ominaisuustietoja. Tieverkon ominaisuustiedot ovat yrityksillä usein puutteellisia: ne ovat kokemukseräisiä eivätkä tarkkoja numerotietoja. Tielaitoksella sitä vastoin on kattavat ja tarkat tiedot Suomen tieverkosta. Esimerkkejä näistä tieverkon ominaisuustiedoista ovat

- nopeustasot
- teiden leveydet ja kaistamäärät
- paino- ja korkeusrajoitetut sillat
- kaltevuustiedot.

Yritykset voisivat hyödyntää tielaitoksen tieverkon ominaisuustietoja erityisesti silloin, kun ne luovat tiedostoa kuljetusten ennakkosuunnittelun ja optimoinnin pohjaksi. Jos yrityksellä olisi tielaitoksen tieverkon ominaisuustiedot, omat kokemukseräiset kuljetuskustannus- ja matkanopeustiedot, lähimenneisyyden liikennetiedot, sää- ja kelitiedot sekä eri asiakaspisteiden jonotusaikatiedot, voisi se kartta- ja optimointiohjelmistojen avulla löytää nopeimmat, lyhyimmät ja edullisimmat kuljetusreitit. Lisäksi vältettäisiin turhat kiertelyä aiheuttavat ongelmatilanteet, kun tiedettäisiin esimerkiksi siltojen kantavuudet ja vapaat ajokorkeudet.

Edellä mainitut tieverkon ominaisuustiedot ovat siis jo nyt tielaitoksella hyödynnettävissä. Ongelmana tuntuu kuitenkin olevan yritysten keskittyminen hankkimaan tietoja itse: yritykset eivät ole tottuneita hankkimaan valmiita tietoja ulkopuolisilta organisaatioilta. Tielaitoksen olisi markkinoitava tietojaan aktiivisemmin, jotta tielaitoksen tiedot ja yritysten tietotarpeet saataisiin kohtaamaan toisensa.

11.3.2 Ohjaustoimet ajoneuvojen ollessa liikkeellä

Tieverkolla tapahtuvan operoinnin vaatimat ratkaisut (reitINVALINTA) ovat pitkälti kuljettajien päätettävissä. Näin tullaan pääosin toimimaan myös tulevaisuudessa, mutta seuraavaksi esitetään joitakin ratkaisuja, joilla voitaisiin avustaa kuljettajien päätöksentekoa ja ajonaikaista ohjausta.

Sekä pistekohtaiseen paikannukseen ja tunnistukseen perustuva järjestelmä (tunnisteet, lähetin-vastaanottimet) että paikannuksesta, tiedonsiirrosta ja digitaalisista kartoista muodostuvat yritysten ohjaus- ja hallintajärjestelmät mahdollistaisivat ajantasalla olevien matka-aika-, matkanopeus- ja liikennemäärätietojen saamisen. Tiedot saataisiin järjestelmään kytkettyjen ajoneuvojen toimiessa ikäänkuin järjestelmän tietoa tuottavina antureina. Tien varrella oleviin lähetin-vastaanottimiin sekä ajoneuvoissa ja yksikkökuormatiloissa oleviin tunnisteesiin perustuvassa järjestelmässä

ajantasalla olevat matka-ajat ja matkanopeudet saataisiin määritettyä, kun ajoneuvo ohittaisi kaksi peräkkäistä lähetin-vastaanotinta. Lähetin-vastaanottimien avulla saataisiin määritettyä myös liikennemäärät. Toisessa tapauksessa seurattaisiin ajoneuvon kulkua digitaalisella kartalla ja määritettäisiin näin vastaavat tiedot. Kaikki järjestelmistä kiinnostuneet yritykset voisivat toimia tietoa tuottavina antureina. Korvaukseksi anturina toimimisesta voitaisiin kyseisille yrityksille antaa vastapalveluna liikennetietoja. Edellä mainittujen ajantasalla olevien liikennetietojen lisäksi voitaisiin välittää jo aikaisemmin käsiteltyjä, yrityksiä kiinnostavia sää- ja kelitietoja sekä tietoja onnettomuuksista, tietöistä ja muista liikennettä olennaisesti haittaavista häiriöistä.

Liikennetiedot välitettäisiin tällaisessa on-line-palvelussa ohjauskeskukseen ja sieltä edelleen yrityksille käytettäväksi kaluston ohjauksessa. Tiedot voitaisiin välittää kuljettajille yrityksen ajojärjestelijän välityksellä. Tällaisessa järjestelyssä ajojärjestelijällä olisi yhteys viranomaisten ohjaus- ja valvontakeskuksen ajantasalla oleviin tietoihin ja hän voisi karttaohjelmistoa apuna käyttäen saada selkeän tilannekuvan yrityksen kuljetusten kannalta tärkeän tien liikenneoloista. Kartalla näkyisi kohteena oleva tie ja tältä tieltä voitaisiin ottaa tarkasteluun halutun tieosuuden liikennetilanne ja muut tiedot.

Toinen tapa olisi välittää tiedot suoraan ajoneuvoihin RDS-radiojärjestelmän välityksellä. RDS/TMC-järjestelmä (Radio Data System/Traffic Message Channel) on sovittu yleiseksi standardiksi välitettäessä liikennetietoja. RDS/TMC-järjestelmä mahdollistaa liikennetiedotuksissa olevia tunnisteita käyttäen liikennetietojen kuulemisen kuunneltaessa mitä tahansa radiokanavaa. Liikennetiedotuksissa olevat tunnistet eivät haittaa tavallista radioliikennettä. RDS-järjestelmä on Suomessa koekäytössä ja siitä olisi informoitava riittävästi, jotta sitä opittaisiin käyttämään. Järjestelmä perustuu Radio Suomen, tielaitoksen ja poliisin yhteistyöhön. Radiolähetyksissä luettavat liikennetiedot saadaan tielaitoksen automaattisesta mittausjärjestelmästä sekä teillä liikkuvilta tielaitoksen ja poliisin työntekijöiltä. Ruotsissa RDS/TMC-järjestelmä on jo yleisessä käytössä. Liikennetiedot voitaisiin välittää kuljettajalle myös GSM-järjestelmän avulla, sillä GSM-järjestelmä mahdollistaa lyhyiden viestien lähettämisen kaikkiin GSM-vastaanottimiin. Paikallisissa sovelluksissa tietoja voitaisiin siirtää ajoneuvoihin myös suoraan lähetin-vastaanottimista infrapuna-aaltojen välityksellä, kuten on tehty Japanissa. Myös muuttuvia liikennemerkejä voitaisiin käyttää. Tällä tavalla ei kuitenkaan voitaisi välittää kovin tarkkoja ja yksityiskohtaisia tietoja tietyltä tieosuudelta.

Edellä kuvattuun on-line-palveluun pääsemiseksi tarvitaan tehokasta markkinointia sekä yritysten ja ohjauskeskuksen välistä tiedonsiirtoa. Palvelun tuoma hyöty olisi suurin pitkällä kuljetusetaisyyksillä. Itse asiassa tielaitoksella on jo olemassa 24 tuntia vuorokaudessa toiminnassa oleva palvelu- ja palautepuhelin, Tienkäyttäjän linja (puh.nro.

9600 - 9100), josta voi saada liikenne- ja kelitietoja ja johon voi ilmoittaa havaitsemistaan liikennettä haittaavista tekijöistä.

11.3.3 Kuljetusten etenemisen seuranta ja valvonta

Kehittynyt tekniikka mahdollistaisi siis tehokkaan kuljetusten etenemisen seurannan ja valvonnan. Pistekohtaisesti toimivassa järjestelmässä (lähetin-vastaanottimet ja tunnistet) voitaisiin hyödyntää toimikortteja, ajoneuvoyksikköä sekä lyhyen ja pitkän kantaman tiedonsiirtoa. Toimikortilta voitaisiin siirtää eri tietoja ajoneuvoyksikköön, josta tiedot siirrettäisiin edelleen muuhun järjestelmään autossa olevan tunnisteen avulla. Toimikortilla voisi olla seuraavia tietoja:

- ajoneuvotiedot: rekisterinnumero, omistaja, maksimipaino, katsastustilanne ja soveltuvuus eri kuljetuksiin
- jokaisen lähetyksen rahtikirjatiedot
- kuljettajatiedot: henkilö- ja ajokorttitiedot.

Toimikortin tiedot siis luettaisiin ajoneuvoyksikön muistiin. Ajoneuvoyksikkö myös vertailisi kortin tietoja ja tarkastaisi, että kyseisellä kuljettajalla ja ajoneuvolla on lupa kuljettaa aiottuja tavaroita.

Kun tunniste ohittaisi lähetin-vastaanottimen, rekisteröityisi tieto ohitusajasta ja -paikasta ohjauskeskukseen ja sieltä edelleen järjestelmään kytketyille yrityksille. Näin pystyttäisiin seuraamaan kuljetusten etenemistä ja vertaamaan sitä suunniteltuun aikatauluun. Yksikkökuormatilojen sijainnin seuranta varmasti myös vähentäisi kuormatilojen varastamista. Mitä tiheämmässä lähetin-vastaanottimia olisi, sitä tarkempi järjestelmä olisi. Yritykset voisivat tehdä omiin sisäisiin järjestelmiinsä automaattisen valvonnan, joka hälyttää, jos kuljetus on myöhässä. Järjestelmän vahvuutena olisi yhdistettyjen kuljetusten seurannan mahdollistuminen koko kuljetusketjun ajan. Tämä tapahtuisi kiinnittämällä tunniste esimerkiksi konttiin ja asentamalla vastavasti lähetin-vastaanottimia asemille, ratojen varsille ja satamiin.

Järjestelmä mahdollistaisi myös kuljetettavan tavarän ja reittien valvonnan: jos kuljetettaisiin esimerkiksi vaarallisia aineita asiaankuulumattomalla reitillä, saataisiin tästä tieto ajoneuvon ohittaessa lähetin-vastaanottimen. Valvontatoimet mahdollistuisivat lähetin-vastaanottimen ollessa yhteydessä yleisen ohjauskeskuksen tiedostoihin, joista ilmenisivät vaarallisten aineiden kuljetuksiin tarkoitetut reitit. Myös kaikkia muita toimikortilla olevia tietoja voitaisiin tarkkailla. Järjestelmää voitaisiin käyttää myös kulkuluvan tarkastukseen teollisuus- ja terminaalialueiden portilla. Järjestelmää luotaessa olisi ehdottoman tärkeätä eliminoida mahdollisuus syöttää itse vääriä tietoja toimikortteihin ja tunnisteesiin.

Myös poliisin tieverkolla tekemät tarkastukset helpottuisivat, jos poliiseilla olisi lukijalaite, jolla voitaisiin lukea ajoneuvoyksikössä ja tunnisteissa olevat kuljetusta, ajoneuvoa ja kuljettajaa koskevat tiedot. Tällaiset tarkastukset olisivat erittäin tehokkaita, jos poliisipartiolla olisi lisäksi laitteisto, joka mahdollistaisi yhteyden eri viranomaisten keskustiedostoihin. Näin voitaisiin tarkastaa, että tunnisteiden tiedot ovat oikein ja ajantasalla.

Pistekohtainen tunnisteisiin ja lähetin-vastaanottimiin perustuva järjestelmä sopisi parhaiten pitkämatkaisten, monia kuljetusvaiheita sisältävien kuljetusten etenemisen seurantaan. Huolintaliikkeit, ulkomaanliikennettä ja kotimaan runkokuljetuksia harjoittavat yritykset sekä teollisuus- ja kauppayritykset olisivat kiinnostuneita järjestelmästä, jos sellainen olisi valmiina. Huolintaliikkeit ja kuljetusyritykset olisivat valmiita investoimaan tunnisteisiin, mutta lähetin-vastaanotinverkon luomiseen ei ole investointihalukkuutta. Jo tunnisteiden vaatimaa investointia pidettiin suurena. Tunnisteinvestointeihin valmiit yritykset olisivat myös valmiita toimimaan järjestelmään tietoa tuottavina antureina. Vaikka teollisuus- ja kauppayritykset ovat kiinnostuneita seurantatiedoista, on niiden mielestä kuljetusyritysten investoitava tunnisteisiin ja muuhun vaadittavaan tekniikkaan. Tämä näkökulma onkin ymmärrettävä, sillä teollisuus- ja kauppayritykset käyttävät yleisesti kuljetusyritysten palveluita.

Järjestelmään oli hieman kiinnostusta myös kaupunkijakelussa: voitaisiin seurata, onko ajoneuvo käynyt aikataulun mukaisesti tietyssä asiakaspisteessä. Tämä edellyttäisi kuitenkin tiheätä lähetin-vastaanotinverkkoa. Jos jakeluajoneuvo olisi myöhässä, voitaisiin tästä ilmoittaa muille asiakkaille. Kuitenkaan järjestelmästä ei uskottu saatavan suurta hyötyä kaupunkijakelussa, koska etäisyydet ovat lyhyitä eikä järjestelmä ole ajantasalla. Muissa kuin edellä mainituissa kuljetuksissa tällaisesta järjestelmästä saataisiin hyötyä ainoastaan kuljettajan tunnistuksessa.

Myös paikannukseen, tiedonsiirtoon ja digitaalisiin karttoihin perustuvat yritysten ohjaus- ja hallintajärjestelmät mahdollistavat kaluston ja kuljetusreittien (vaarallisten aineiden kuljetukset) seurannan kuljetuksen aikana. Jos käytetään satelliittipaikannusta, seuranta on ajantasalla ja jatkuva. Myös kuljetettavan tavaran valvonta olisi mahdollista syöttämällä esimerkiksi toimikortin avulla kuljetustiedot järjestelmään, kun kuljetus alkaa. Näin kunkin ajoneuvon kuljetustiedot olisivat tarkastettavissa samalla, kun ajoneuvon sijaintia seurataan.

Satelliittipaikannusta käytetään jo nykyisin puunhankintakuljetuksissa (paikallistamisongelma) ja joissakin pitkämatkaisissa ulkomaankuljetuksissa. Kaupunkijakelussa tarkasta ajantasalla olevasta sijaintitiedosta ei arveltu saatavan suurta hyötyä, mutta järjestelmien uskottiin kuitenkin ennen pitkää tulevan myös lyhytmatkaisiin kuljetuksiin. Tosin haastattelututkimuksessa oli myös yrityksiä, joilla ei tulevaisuudessakaan ole aikomusta investoida järjestelmiin.

Näiden yritysten mielestä puhelimitse (NMT/GSM) saadaan tarvittaessa riittävän tarkat sijaintitiedot. Teollisuus- ja kauppayritysten suhtautuminen oli sama kuin pistekohtaisen tunnisteisiin ja lähetin-vastaanottiin perustuvan järjestelmän kohdalla: halutaan hyödyntää seurantatietoja, mutta rahtiyritysten on tehtävä laiteinvestoinnit.

Karkeasti voidaan sanoa, että yritykset, jotka ovat kiinnostuneita pistekohtaisesti toimivasta järjestelmästä kuljetustensa etenemisen seurannan ja valvonnan kannalta (ulkomaankuljetuksia ja kotimaan runkokuljetuksia harjoittavat rahtiyritykset, huolintaliikkeet sekä teollisuus- ja kauppayritykset), ovat kiinnostuneita myös satelliittijärjestelmistä.

11.3.4 Erikoiskuljetusten lupajärjestelmä

Erikoiskuljetusten suunnittelua ja ohjausta voitaisiin tehostaa uudella erikoiskuljetusten lupajärjestelmällä. Nykyisin käytännössä jokaista erikoiskuljetusta varten on anottava erikseen lupa. Tosin pienille ylityksille (mitat ja paino) voidaan myöntää pysyvä lupa. Tässä ehdotettavassa järjestelmässä yritys ikäänkuin myöntäisi itse erikoiskuljetusluvan itselleen syöttämällä järjestelmään kuljetusta koskevat tiedot tietokoneen ja tiedonsiirtoyhteyksien avulla. Järjestelmä antaisi erikoiskuljetusluvan ja kuljetukseen soveltuvan ajoreitin, jolla ei ole paino- tai korkeusrajoitettuja siltoja tai voimajohtoja. Tämän jälkeen kuljetus voitaisiin toteuttaa ilman muita toimia.

Yritys olisi uudessakin järjestelmässä kuitenkin edelleen velvollinen noudattamaan kaikkia erikoiskuljetuksista määrättyjä säädöksiä. Viranomaiset valvoisivat säädösten noudattamista nykyiseen tapaan pistokokein. Mikäli havaittaisiin väärinkäytöksiä, joutuisi kyseinen kuljetusyritys palaamaan takaisin vanhaan lupakäytäntöön. Tällainen lupajärjestelmä perustuisi siis pitkälti luottamukseen: luotetaan kuljetusyritysten noudattavan määräyksiä.

Enemmistö yrityksistä suhtautui positiivisesti tällaiseen lupajärjestelmään, koska se nopeuttaisi ja helpottaisi luvan hankkimista. Kuitenkin sitä myös kritisoitiin. Kritiikki kohdistui lähinnä siihen, että uusi järjestelmä olisi pelkkä ilmoitusjärjestelmä eikä enää mikään todellinen lupajärjestelmä. Pelkästä ilmoituksesta ei kuitenkaan olisi kyse, koska järjestelmä ohjaisi erikoiskuljetuksia antamalla suositeltavan ajoreitin. Muuten yrityksen olisi itse tunnettava tieverkko hyvin tai varauduttava ongelmiin matkan aikana.

11.3.5 Tavaravirtatilastointi

Kehittyneet järjestelmät helpottaisivat sekä yritysten sisäistä toteutumaseurantaa että valtakunnallista tavaravirtatilastointia. Sisäisiä toteutumatietoja yritykset tarvitsevat suunnittelussa, uusien kuljetussopimusten tekemisessä ja yleensäkin toiminnan kehittämisessä.

Tavaravirtatilastointi helpottuisi selvästi uuden tekniikan avulla. Tavaravirtatilastoinnissa selvitetään, kuinka paljon eri tavaralajeja on kuljetettu. Lisäksi selvitetään kuljetusten suuntautumista. Nykyisin materiaali kerätään kirjallisina postikyselyinä, mikä on työlästä sekä yritysten että tielaitoksen ja liikenneministeriön kannalta. Paikannuksen, digitaalisten karttojen ja yritysten toteutuman seurantajärjestelmien avulla saataisiin kuljetetut tavarat ja tavaramäärät sekä käytetyt reitit määritettyä tarkasti ja helposti. Myös tien varrella oleviin lähetin-vastaanottimiin ja ajoneuvoissa ja kuormatiloissa oleviin tunnisteesiin perustuva järjestelmä mahdollistaisi ainakin teoriassa tavaravirtatilastoinnin. Käytännössä tällaisella järjestelmällä ei kuitenkaan saataisi kovin tarkkoja reittitietoja, koska lähetin-vastaanottimia ei varmastikaan asennettaisi jokaiseen risteykseen. Järjestelmän ongelmana olisivat siten lyhyet kuljetukset, joiden reitillä ei välttämättä olisi yhtään lähetin-vastaanotinta.

Yleisenä ongelmana tavaravirtatilastoinnissa on se, että kuljetusyritykset eivät välttämättä tiedä kuljetettavan tavarän lähtö- ja määräpaikkoja. Yritys tietää vain oman kuljetusosuutensa ja käyttämänsä reitin. Vastaavasti tavaraa lähettävä teollisuus- tai kauppayritys tietää tavarän lähtö- ja määräpaikat, mutta ei välttämättä tiedä kuljetusreittejä.

Yritykset suhtautuivat positiivisesti tavaravirtatietojen luovuttamiseen tilastointia varten, jos niillä on tulevaisuudessa käytössään vaivattoman tietojen antamisen mahdollistavat järjestelmät. Vastapalveluna yrityksille voitaisiin antaa ajantasalla olevia liikenne- ja kelitietoja. Nykyistä tietojenkeruumenetelmää (postikysely) pidettiin hankalana erityisesti silloin, kun tietoja luovutetaan ensimmäistä kertaa. Joillakin yrityksillä on jo nykyisin käytössään sisäiset tietojenkeruujärjestelmät, jotka mahdollistavat vaivattoman tietojen antamisen. Enemmistö haastatelluista yrityksistä piti tavaravirtatilastointia hyödyllisenä ja uskoi sen kehittävän osaltaan tieverkkoa ja pitävän sitä paremmassa kunnossa tiekuljetusten kannalta olennaisissa kohdissa.

11.4 Tulevaisuuden tietotarpeita

Tässä kappaleessa esitetään vielä taulukkomuodossa haastatellututkimuksessa esiintyneet tärkeimmät tietotarpeet. Taulukossa 3 on esitetty tietotarpeet, niiden yleisyys, käyttökohde sekä tietojen tuottamistekniikka. Taulukossa tietotarpeet ovat tärkeysjärjestyksessä eli ensimmäisen ryhmän tiedot kiinnostivat yrityksiä eniten. Kolme ensimmäistä tietoryhmää ovat tietoja, joiden tuottamiseen tienpitäjä (tielaitos) voisi osallistua.

Taulukossa 3 olevista tietotarpeista huolimatta yritykset eivät tuntuneet pitävän tienpitäjän ja yritysten yhteistoimintaan perustuvien ohjaus- ja hallintajärjestelmien perustamista ensiarvoisen tärkeänä. Tielaituksen kannattaakin keskittyä ensisijaisesti nykyisten tietojensa ja

palveluidensa (tieverkon ominaisuustiedot, Tienkäyttäjän linja) markkinointiin. Kun yritykset ensin oppivat käyttämään tielaitoksen tietoja ja mieltämään tielaitoksen tietojentuottajaksi, ovat ne varmasti tulevaisuudessa valmiita kehittämään yhteistoimintaan perustuvia järjestelmiä.

Taulukko 3. Tietotarpeet, niiden yleisyys, käyttökohde ja tuottamistekniikka.

TIETOTARVE	YLEISYYS HAASTATTELUTUTKIMUKSESSA	KÄYTTÖKOHD	TIETOJEN TUOTTAMISTEKNIikka
ajantasalla olevat onnettomuustiedot ja tiedot muista häiriöistä, joiden vuoksi tie on suljettu liikenteeltä	lähes kaikki haastatellut yritykset pitivät tärkeinä	ajonaikainen ohjaus	tienpitäjän auto-maattinen liikenteenmittausjärjestelmä, tien varrella olevat lähetin-vastaanottimet sekä ajoneuvoissa ja yksikkökuormatiloissa olevat tunnistet, yritysten sisäiset ohjaus- ja hallintajärjestelmät
lähimenneisyyden liikennetiedot sekä -ennusteet: matka-ajat, matkanopeudet, liikennemäärät, ruuhka-alueet	noin puolet haastatelluista yrityksistä piti tärkeinä	ennakkosuunnittelu, toteutuneiden kuljetusten tehokkuus-seuranta	tienpitäjän auto-maattinen liikenteenmittausjärjestelmä, tien varrella olevat lähetin-vastaanottimet sekä ajoneuvoissa ja yksikkökuormatiloissa olevat tunnistet, yritysten sisäiset ohjaus- ja hallintajärjestelmät
ajantasalla olevat sää- ja kelitiedot sekä -ennusteet	noin puolet haastatelluista yrityksistä piti tärkeinä	runkokuljetusten ennakkosuunnittelu ja ajonaikainen ohjaus	tienpitäjän auto-maattinen liikenteenmittausjärjestelmä, kitkasensorit ajoneuvoissa
asiakaspisteiden jonotusaikatiedot	vain muutama haastatelluista yrityksistä piti tärkeänä, ei yleistä tarvetta	ennakkosuunnittelu, kaupunkijakelun ajonaikainen ohjaus	yritysten sisäiset ohjaus- ja hallintajärjestelmät yhteistoiminnassa

12 YHTEENVETO

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko yrityksillä kuljetustensa ohjaukseen ja hallintaan liittyviä tietotarpeita, jotka tielaitos tai joku muu julkinen organisaatio voisi täyttää. Työssä käsiteltiin nykyisin käytössä olevia kuljetusten ohjaus- ja hallintatekniikoita ja -järjestelmiä sekä niiden tulevaa kehitystä. Haastattelututkimuksella selvitettiin suomalaisten yritysten nykyistä kuljetusten ohjausta ja hallintaa, tulevaisuuden tietotarpeita sekä suhtautumista tulevaisuudessa käytettävään tekniikkaan.

Tavarakuljetusten ja yleisen liikennetelematiikan tutkimustoiminta on runsasta eri puolilla maailmaa. Tässä tutkimuksessa käsiteltiin Euroopan, USA:n sekä Japanin tutkimusohjelmia (DRIVE/Transport Telematics, Eureka, IVHS, VICS, UTMS). Erityisesti eurooppalaisessa tutkimuksessa yhtenä olennaisena osana ovat tavarakuljetusten ohjaus- ja hallintajärjestelmät. Japanissa tutkitaan lähinnä yleistä liikenteen hallintaa ja ohjausta, joita voidaan toki hyödyntää myös tavarakuljetuksissa. USA:n tutkimuksen painopiste on moottoriteillä tapahtuvien tarkastuksien automatisointi.

Eri maiden telematiikkatutkimuksen alkuvaiheessa suoritettiin perustutkimusta, jossa selvitettiin ohjaus- ja hallintajärjestelmien perusteita ja laadittiin vaatimuksia kehitettävälle tekniikalle. Seuraavassa vaiheessa kehitettiin ja testattiin vaadittavaa tekniikkaa. Jotta kuljetusten ohjaus- ja hallintajärjestelmistä saataisiin suurin mahdollinen hyöty, on eri organisaatioiden (yritykset, tienpitäjä ja palo- ja pelastusviranomaiset) järjestelmien tuottamat tiedot saatava myös muiden organisaatioiden käytettäväksi. Nykyisessä tutkimusvaiheessa testataankin eri organisaatioiden järjestelmien yhteistoimintaa ja tietojen välittämistä organisaatioiden välillä. Seuraavassa tutkimusvaiheessa keskitytään testattujen järjestelmien saamiseen yleiseen käyttöön.

Tässä tutkimuksessa tehtiin haastattelututkimus, jossa haastateltiin kahdeksaa yritystä henkilökohtaisena haastatteluna. Seuraavaksi esitetään lyhyesti haastattelututkimukset tulokset.

Strategisen suunnittelun avulla yritys pyrkii sijoittamaan toimipisteensä mahdollisimman järkevästi. Yleisenä suuntauksena on varasto- ja terminaaliverkon harventaminen, koska riittävä palvelutaso pystytään takaamaan harvemmallakin verkolla. Sijoittumisessa otetaan huomioon potentiaalisten markkina-alueiden väestöennusteet ja nykyisen liikenneverkon ominaisuudet. Sen sijaan tulevaisuuden liikennehankkeita (uusi tie, silta, rautatie, vesiväylä) yritykset eivät ole ottaneet huomioon, kun ne ovat harkinneet sijoittumistaan. Nämä tiedot eivät tuntuneet kiinnostavan yrityksiä kovin yleisesti tulevaisuudessakaan.

Kuljetusten suunnittelu on edelleenkin pääosin manuaalista eli ajojärjestelijä suunnittelee oman pienehkön vastuualueensa kuljetukset. Yritykset perustelivat optimointiohjel-

mistojen puuttumista toimintansa luonteella: toiminnan sanottiin olevan liian epäsäännöllistä, yksipuolista tai jopa liian laajaa optimointiohjelmistoille. Ainoastaan kaupan keskusliikkeiden jakelukuljetusten suunnittelussa käytetään yleisesti optimointiohjelmistoja. Yrityksillä ei tuntunut lähitulevaisuudessakaan olevan suurta investointihalukkuutta optimointiohjelmistoihin.

Kuljetusten suunnittelussa käytetään omasta toiminnasta saatavia seurantatietoja. Toteutuneista kuljetuksista saadaan määritettyä eri paikkojen väliset matka-ajat ja -nopeudet. Ajokustannukset (mk/km) saadaan vastaavasti, kun toteutuneiden kuljetussopimusten kustannukset jaetaan kuljetusäisyydellä. Tielaitoksen määrittämiä kustannustietoja ei hyödynnetä, koska yritysten on tunnettava nimenomaan oman toimintansa kustannukset. Tielaitoksella on myös kattavat tieverkon ominaisuustiedot. Esimerkkejä näistä ominaisuustiedoista ovat teiden nopeustasot, leveydet ja kaistamäärät. Yritykset voisivat hyödyntää myös näitä tietoja kuljetusten sa ennakkosuunnittelussa.

Puolet haastatelluista yrityksistä toivoi suunnittelun tueksi noin puolen vuoden välein päivitettäviä lähimenneisyyden liikennetietoja, ennusteita tulevasta liikenteestä sekä sää- ja kelitietoja ja -ennusteita. Kiinnostavia lähimenneisyyden liikennetietoja olisivat matka-aika-, matkanopeus-, liikennemäärä- ja ruuhkatiedot. Lisäksi eri asiakaspisteiden jonotusaikatiedot kiinnostivat hieman. Ajojärjestelijä voisi hyödyntää tietoja suunnittelussa, mutta suurin hyöty niistä saataisiin käyttämällä optimointiohjelmistoja.

Yrityksiä kiinnostavia eri paikkakuntien välisiä todellisia lähimenneisyyden matka-aika- ja matkanopeustietoja voitaisiin tuottaa pistekohtaiseen paikannukseen ja tunnistukseen perustuvalla järjestelmällä, jossa tien varrella olisi lähetin-vastaanottimia ja ajoneuvoissa vastaavasti tunnistet. Ajoneuvon ohittaessa kaksi perättäistä tien varrella olevaa lähetin-vastaanotinta saataisiin määritettyä matka-aika ja matkanopeus. Tiedot välitettäisiin ohjauskeskukseen, joka keräisi niitä ja välittäisi aina päivitetyt tiedot järjestelmään kuuluville yrityksille. Tällaiseen järjestelmään perustuva liikennetietojen tuottaminen vaatisi investointeja lähetin-vastaanotinverkkoon, jota luotaessa voitaisiin tosin hyödyntää jo olemassa olevia matkapuhelinverkkoja.

Myös satelliittipaikannuksesta, tiedonsiirrosta ja karttaohjelmistosta muodostuvien yritysten hallintajärjestelmien avulla voitaisiin tuottaa yrityksiä kiinnostavia lähimenneisyyden matka-aika- ja matkanopeustietoja. Jos yrityksillä olisi käytössä tällaiset hallintajärjestelmät, ne voisivat välittää tiedonsiirtoyhteyksien avulla tietoja eri paikkojen välisistä matka-ajoista ja matkanopeuksista ohjauskeskukseen, josta päivitetyt tiedot välitettäisiin edelleen järjestelmään liittyneille yrityksille. Tällöin yritysten sisäiset järjestelmät palvelisivat myös viranomaisia ja muita yrityksiä. Lisäksi tiedot voitaisiin esittää havainnollisesti karttanäyttöillä. Jos tällainen järjestelmä perus-

tettaisiin, tarvitsisi oikeastaan investoida vain ohjauskeskukseen sekä yritysten ja ohjauskeskuksen väliseen tiedonsiirtoon. Ongelmana on kuitenkin kyseisten hallintajärjestelmien harvinaisuus yrityksissä nyt ja vielä lähitulevaisuudessakin, joten kattavien tietojen saanti järjestelmään olisi vaikeata. Monet yritykset ovat kyllä harkinneet satelliittipaikannukseen perustuvia hallintajärjestelmiä, mutta niitä pidetään yleisesti vielä liian kalliina.

Kuljetusten suunnittelutiedot siirretään kuljettajille ajomääräysten avulla. Ajomääräykset tulostetaan edelleenkin yleisesti paperille. Kuljettaja noutaa ajomääräykset ajovuoronsa alussa ja kuljettaa ajomääräyksissä olevat tavarat lähtöpaikasta määräpaikkaan itse valitsemiaan reittejä pitkin. Puunhankintakuljetuksissa käytetään jo kehittynyttä tiedonsiirtotekniikkaa, sillä ajomääräykset lähetetään suoraan ajoneuvopäätteisiin. Toinen tapa tehostaa ajomääräyskäytäntöä olisi toimikorttien käyttö. Tällaisessa järjestelmässä ladattaisiin toimikorttiin ajomääräystiedot ennen kuljetusta. Toimikortti asetettaisiin ajoneuvossa olevaan lukijaan, ja ajoneuvopäätte ilmoittaisi ensimmäisen asiakaspisteen.

Ajonaikaisella ohjauksella pyritään reagoimaan mahdollisimman nopeasti uusiin toimeksiantoihin, liikenneuhkiin sekä mahdollisiin ongelmiin lastaus- ja purkupaikoilla. Nykyisin ajonaikainen ohjaus on melko vähäistä, sillä kuljetukset ajetaan ennakkosuunnitelmien mukaisesti, ja kuljettaja tekee itse tarvittavat päätökset ajaessaan. Tehokas ohjaus edellyttää kaluston sijaintitietoa sekä tiedonsiirtoyhteyksiä ajoneuvojen ja yrityksen välillä. Tiedonsiirtoyhteydet ovat jo olemassa, mutta ajoneuvojen sijaintia ei tiedetä tarkasti. Yrityksillä ei tuntunut olevan suurta kiinnostusta tarkkaan kaluston sijainnin seurantaan tulevaisuudessakaan.

Ajonaikaisen ohjauksen kannalta yrityksiä kiinnostivat erityisesti ajantasalla olevat tiedot onnettomuuksista ja muista häiriöistä, joiden vuoksi tie on suljettu liikenteeltä. Lähes kaikki haastatellut yritykset olivat kiinnostuneita näistä tiedoista. Tietoja liikenteen häiriöistä voitaisiin saada liikenteen ohjauskeskukseen lähetin-vastaanottiin ja tunnisteisiin perustuvan järjestelmän avulla. Myös yritysten omien paikannukseen, tiedonsiirtoon ja karttaohjelmistoihin perustuvien hallintajärjestelmien avulla voitaisiin tuottaa kyseisiä tietoja. Liikenteen häiriöt näkyisivät järjestelmissä nopeuksien laskuna ja matka-aikojen pidentymisenä. Myös keli- ja säätiedot sekä ajantasalla olevat tiedot liikennettä häiritsevistä ruuhkista kiinnostivat. Keli- ja säätietoja hyödynnettäisiin lähinnä pitkämatkaisissa kuljetuksissa.

Tiedot voitaisiin välittää kuljettajille RDS-radiojärjestelmän tai ajojärjestelijän välityksellä. Jälkimmäisessä tapauksessa yrityksen ajojärjestelijällä olisi yhteys liikenteen ohjauskeskuksen tietoihin ja hän näkisi esimerkiksi karttanäytöllä yrityksen kannalta kiinnostavien tieosuuksien liikennetilanteet. Nykyisin kuljettajat saavat ajon aikana

liikennetietoja lähinnä vain saman yrityksen muilta kuljettajilta yrityksen sisäisen puhelinliikenteen välityksellä.

Tavarán lähtövarastossa tai -terminaalissa on mahdollista, että asiaankuulumaton kuljettaja vie lähetettävät tavarat. Lähetin-vastaanottimiin ja tunnisteteisiin perustuva pistekohdaisesti toimiva järjestelmä tarjoaisi ratkaisun ongelmaan: terminaalialueen portilla olisi yksi järjestelmään kuuluva lähetin-vastaanotin, joka lukisi ajoneuvossa olevan tunnisteen tiedot ja varmistuisi, että kuljettajalla on lupa tulla terminaalialueelle. Toinen tarkastusvaihe voisi olla tavarán vastaanotto: kuljettaja kuittaisi tavarán vastaanotetuksi lukijalaitteella, jolla luettaisiin sekä kuljettaja- että lähetystiedot. Tällä toimenpiteellä varmistuttaisiin, että kuljettajan henkilökohtaisen toimikortin ja lähetysten kyljessä olevan tunnisteen tiedot vastaavat toisiaan.

Terminaalialueen portilla oleva lähetin-vastaanotin rekisteröisi ohi kulkevat tunnisteeilla varustetut ajoneuvot ja yksikkökuormatilat muiden järjestelmän lähetin-vastaanottimien tavoin. Siten järjestelmää voitaisiin käyttää yksittäisten lähetysten etenemisen seurannassa, sillä tiedot lähetin-vastaanottimen ohittaneesta ajoneuvosta tai yksikkökuormatilasta voitaisiin välittää kuljetus- ja huolintayrityksille, jotka puolestaan tietävät, mitä kukin ajoneuvo tai yksikkökuormatila sisältää. Nykyisin ulkomaanliikenteen ja pitkämatkaisen runkoliikenteen yksittäisten lähetysten etenemistä seurataan syöttämällä terminaaaleissa manuaalisesti lähetysten tunnusnumerot kuljetusyrityksen sisäiseen seurantajärjestelmään.

Huolintaliikkeet, ulkomaankuljetuksia ja kotimaan runkokuljetuksia harjoittavat yritykset sekä teollisuus- ja kauppayritykset ovat kiinnostuneita yksittäisten lähetysten etenemisen seurannasta. Kuljetusyritykset voisivat investoida pistekohtaisen järjestelmän vaatimien tunnisteen hankkimiseen, jos järjestelmä olisi muuten valmis. Kuljetusyritykset voisivat myös toimia järjestelmään tietoa tuottavina antureina, jolloin ne voisivat vastapalveluna saada liikennetietoja. Yritykset eivät kuitenkaan halua osallistua lähetin-vastaanotinverkon luomiseen. Teollisuus- ja kauppayritykset useimmiten ostavat kuljetuspalvelut, minkä vuoksi ne eivät itse halua suoranaisesti osallistua järjestelmän kustannuksiin. Lähetysten etenemisen seuranta kiinnostaa kuitenkin myös teollisuus- ja kauppayrityksiä, koska ne tarvitsevat tietoa ennakoon ilmoitettujen aikataulujen toteutumisesta. Lyhytmatkaisessa jakeluliikenteessä ei sen sijaan ole kiinnostusta tarkkaan lähetysten sijainnin seurantaan.

Valtakunnallisessa tavaravirtatilastoinnissa selvitetään kuljetusmääriä sekä kuljetusten suuntautumista. Nykyisin tiedot kerätään postikyselynä, mikä vaatii runsaasti työtä sekä tietojen kerääjältä että tietoa antavalta yritykseltä. Tulevaisuudessa huomattavasti tarkempia tietoja voitaisiin saada helposti paikannukseen, karttaohjelmistoihin ja tiedonsiirtoon perustuvien hallintajärjestelmien avulla.

Kuljetusala on ollut yksi EDI-tiedonsiirron kehittäjistä. EDI:n tuomat edut on jo tiedostettu yrityksissä ja siihen tullaan investoimaan jatkossakin. Nykyisin kuljetusosalalla on käytössä seuraavat EDI-sanomat: kuljetustilaus, rahtikirja, rahtilasku ja tilausvahvistus/poikkeamatieto.

Satelliittipaikannus, karttaohjelmistot ja tiedonsiirtoyhteydet mahdollistaisivat vaarallisia aineita kuljettavien ajoneuvojen jatkuvan sijainnin ja reittien seurannan ohjauskeskuksessa sekä automaattisen onnettomuushälytyksen. Lisäksi ajoneuvojen lähtöpaikassa syötettäisiin järjestelmään tiedot kuljetettavista aineista. Tietojen syöttämisessä voitaisiin hyödyntää toimikortteja. Syötetyt tiedot olisivat jatkuvasti luettavissa ajoneuvon paikkatiedon yhteydessä. Tästä olisi suurta hyötyä onnettomuustapauksissa, koska ajoneuvon kuorman laatu tunnettaisiin. Kuitenkaan tällaista järjestelmää ei pidetä yksimielisesti tarpeellisena. Ennen jatkuvan seurannan mahdollistavan järjestelmän kehittämistä voitaisiin kehittää järjestelmä, joka valvoo vaarallisten aineiden kuljetuksia tietyissä tieverkon kriittisissä kohdissa (esimerkiksi tunnelit) lähetin-vastaanottimien ja ajoneuvoissa olevien tunnisteidien avulla.

Erikoiskuljetusten suunnittelua ja lupakäytäntöä voitaisiin tehostaa uudella järjestelmällä. Nykyisin käytännössä jokaista erikoiskuljetusta varten on anottava erikseen lupa. Ehdotettavassa järjestelmässä yritys ikäänkuin myöntäisi itse luvan itselleen syöttämällä käyttöpäätteen ja tiedonsiirtoyhteyksien avulla kuljetusta koskevat tiedot järjestelmään. Tämän jälkeen järjestelmä välittäisi yritykselle kuljetuslupan sekä suositeltavan ajoreitin, jolla ei ole esimerkiksi korkeusrajoituksia. Yritykset suhtautuivat tällaiseen järjestelmään myönteisesti.

Tavarakuljetusten telematiikkaa tutkitaan useissa eri tutkimusohjelmissa. Tavoitteena on kehittää järjestelmiä, jotka yhdistävät eri yritysten ja julkisten organisaatioiden tuottamat tiedot sekä mahdollistavat näiden tietojen hyödyntämisen kaikissa tiedoista kiinnostuneissa organisaatioissa. Käytännössä ollaan kuitenkin vielä kaukana tällaisen ideaalisen järjestelmän toteutumisesta. Yritykset toimivat pitkälti perinteisin menetelmin, ja menee vielä vuosia ennenkuin järjestelmissä vaadittava tekniikka on yleisesti edes yritysten sisäisessä käytössä. Tämän jälkeenkin vaaditaan paljon yhteistyötä esimerkiksi standardisointiongelmien ratkaisemiseksi ennenkuin eri organisaatioiden yhteistoimintaan perustuvia järjestelmiä voidaan toteuttaa.

Eri maiden tienpitäjillä, Suomessa tielaitoksella, on keskeinen rooli järjestelmien kehittämisessä ja nimenomaan järjestelmien tietojentuottajina, sillä niillä on jo valmiina tiestöä koskevaa perustietoa sekä valmiudet tuottaa ajantasalla olevia liikenne- ja kelitietoja. Järjestelmissä on sen sijaan oltava useita tiedonvälityskanavia, jotta tiedot saadaan välitettyä mahdollisimman monelle kiinnostuneelle. Vaikka tässä tutkimuksessa tehdyissä yrityshaastatteluissa ilmeni joitakin tietotarpeita, eivät yritykset kuitenkaan tuntuneet pitävän uusien järjestelmien luomista ensiarvoisen

tärkeänä. Tutkimuksen perusteella tielaitoksen kannattaakin ensisijaisesti keskittyä nykyisten palveluidensa ja tietojensa (esimerkiksi tieverkon ominaisuustiedot ja Tienkäyttäjän linja) markkinointiin, sillä niitä ei tunneta kovinkaan yleisesti. Kun yritykset ensin oppivat käyttämään tielaitoksen nykyisiä tietoja ja palveluita sekä mieltämään tielaitoksen myös tietojen tuottajaksi, ovat ne varmasti myös halukkaita laajentamaan yhteistyötä ja luomaan uusia kehittyneempiä järjestelmiä.

LÄHDELUETTELO

Alcatel (1992). Keeping track of transport anywhere, anytime with Euteltracs. Esitemoniste, Espoo. 7 s.

Alcatel Qualcomm (1993). Euteltracs; Mobile Communications Terminal. On-Board system for interactive messaging, positioning and integrated fleet management. Nanterre La Defense, France. 4 s.

Angeleri E. (1993). CITRA: Alps Crossing Corridor. Advanced Transport Telematics. Proceedings of the technical days. Volume II, Project reports, part II. Commission of the European Communities, DR 400, Brussels. s. 425 - 430.

Artimo K. (1992). Numeeriset kartat: valmistus, käyttö ja ylläpito. Ajoneuvonavigoinnin lisensiaattiseminaari, 1. osa. Teknillinen korkeakoulu, Autotekniikan laboratorio, Auto- ja työkonetekniikan kehitystilanneraportti 1992/2, Otaniemi. 9 s.

Auto, tekniikka ja kuljetus (1993). Autoviestintä Special, osa 2. Auto, tekniikka ja kuljetus 5/93. s. 31 - 41.

Auvinen S. (1992). Yritystenvälinen tietojenvaihto. EDI/OVT-ratkaisut liiketoiminnan menestystekijöinä. Suomen Kuljetus- ja logistinen Yhdistys ry., SKY 2 000. s. 25 - 34.

Bielefeldt C. (1993). Automatic Incident Detection and Driver Warning in Portico. Advanced Transport Telematics. Proceedings of the technical days. Volume II, Project reports, part II. Commission of the European Communities, DR 400, Brussels. s. 282 - 286.

Booth J., Faciane T. (1993). Evaluating the Crescent: Findings of a Major CVO Test. Proceedings of the IEE-IEEE Vehicle Navigation and Informations Systems Conference, VNIS'93, Ottawa. s. 662 - 665.

Both M., Küçük N., Schmeck H. (1993). Overall architecture and integration aspects. Advanced Transport Telematics. Proceedings of the technical days. Volume II, Project reports, part II. Commission of the European Communities, DR 400, Brussels. s. 384 - 390.

Boyce D.E., Kirson A.M., Schofer J.L. (1994). Advance - The Illinois Dynamic Navigation and Route Guidance Demonstration Program. Advanced Technology for Road Transport: IVHS and ATT. Artech House, USA. s. 247 - 270.

Bäckström R. (1990). Lyhyt katsaus GPS-järjestelmään. Ajoneuvonavigoinnin seminaari 29.11.1990. Teknillinen korkeakoulu, Autotekniikan laboratorio, Auto- ja työkonetekniikan kehitystilanneraportti 1990/1, Otaniemi. 31 s.

Commission of the European Communities (1993a). Transport Telematics 1993. STIG Programme. Annual technical report on RTD: Transport Telematics, TT 100, Brussels. 301 s.

Commission of the European Communities (1993b). Advanced Transport Telematics. 1993 Annual Project Review. Synthesis of parts a of projects. Annual Review reports, part I, Brussels.

Comptec (1993). Aplicom - kuljetusten ohjaus- ja paikannusjärjestelmä. Esite, Helsinki. 4 s.

Comptec (1994). Aplicom Work Station - The Swiftest way of Communicating with a Transportation Vehicle. Esite, Helsinki. 7 s.

Dürr E. (1993). The Combi-Com Architecture: Tracing and Tracking of Transport Trailers. Proceedings of the IEE-IEEE Vehicle Navigation and Informations Systems Conference, VNIS'93, Ottawa. s. 666 - 669.

Ertico (1993a). UTMS Japan. Ertico Newsletter 7/93, Brussels. s. 16 - 18.

Ertico (1993b). VICS Symposium and Demonstration in Tokyo. Ertico Newsletter 11/93, Brussels. s. 16 - 18.

Eureka (1991a). Eureka project EU 45 Prometheus. Projektiesite. Eureka secretariat. 2 s.

Eureka (1991b). Eureka project EU 271 Roadacom. Projektiesite. Eureka secretariat. 2 s.

European Commission (1994). Users, Providers Telematics. Requirement and Options, overall report. Telematics Applications Programme (1994 - 1998). European Commission, DG XIII, Brussels. 156 s.

Evmolpidis V., Scapinakis D.A. (1993). Mobile Data Communications Pilots in DRIVE Project METAFORA. Advanced Transport Telematics. Proceedings of the technical days. Volume II, Project reports, part II. Commission of the European Communities, DR 400, Brussels. s. 398 - 404.

French R.L., Noguchi Y., Sakamoto K. (1994). International Competitiveness in IVHS: Europe, Japan and the United States. Proceedings of the IEE-IEEE Vehicle Navigation and Informations Systems Conference, VNIS'94, Yokohama. s. 525 - 530.

Genimap (1994). Genimap TransPlanner - karttaohjelmisto reittien suunnitteluun. Esite, Tampere. 3 s.

Gerges R. (1994). Intelligent Vehicle and Highway Systems (IVHS). University of California, Department of Engineering, Information Systems and Technical Management, Short Course Program, Los Angeles.

Gerland H.E. (1994). Intelligence On Board - Modern Approach to Transit Fleet Management. Proceedings of the IEE-IEEE Vehicle Navigation and Informations Systems Conference, VNIS'94, Yokohama. s. 557 - 562.

Guillen S., Soriano F., Martin G., Sainz-Paido A. (1993). Hazardous Goods Transport Monitoring: Spanish Field Trial. Advanced Transport Telematics. Proceedings of the technical days. Volume II, Project reports, part II. Commission of the European Communities, DR 400, Brussels. s. 398 - 404.

Hallenbeck M., Koehne J., Rose D. (1994). Identifying and Surmounting Barriers to Implementing IVHS Commercial Vehicle Operations Systems. Moving Toward Deployment. Proceedings of the IVHS America 1994 Annual Meeting, Volume 1, Atlanta, Georgia. s. 55 - 61.

Hallipelto H. (1989). Informaatiotekniikka ja liikenteen ohjaus. Liikennetekniikan seminaari 1988 - 1989: Liikenteen ohjauksen uudet menetelmät. Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka, julkaisu 66, Otaniemi. 24 s.

Helin J. (1992). Tarkkaa tietoa liikenteestä ja kelistä. Suomen Autolehti 8/92. s. 22 - 23.

Hilksa L. (1992). Kotimaan kuljetusten toimintamalli ja asiakastyöasema. EDI/OVT-ratkaisut liiketoiminnan menestystekijöinä. Suomen Kuljetustaloudellinen Yhdistys ry., SKY 2 000. s. 86 - 89.

Hoikkala K. (1994). Kustannukset kuriin ajoneuvotiedonsiirrolla. Computec Oy, Helsinki. 2 s.

Hämeen-Anttila R., Hölttä P., Niinioja S. (1994). Tietoliikenne-järjestelmät. Opetushallitus, Helsinki. 293 s.

Inmarsat (1994a). Facts about Inmarsat. Inmarsat, London. 33 s.

Inmarsat (1994b). Land mobile and special services from Inmarsat. Esite. Inmarsat, London. 4 s.

Inside IVHS (1992a). Advantage I-75 RFP Now Due In October; Saic To Manage System. Inside IVHS, Intelligent Vehicle Highway Systems Update, Vol. 2, No. 18. s. 9 - 10.

Inside IVHS (1992b). Despite AVI Snags HELP/Crescent Demo Finally Underway. Inside IVHS, Intelligent Vehicle Highway Systems Update, Vol. 2, No. 23. s. 1 - 5.

Inside IVHS (1993a). Advantage I-75 RFP Specifies Read/Write AVI For Second Phase. Inside IVHS, Intelligent Vehicle Highway Systems Update, Vol. 3, No. 4. s. 6 - 7.

Inside IVHS (1993b). HELP Evaluation Team Presents First Draft Of Final Report. Inside IVHS, Intelligent Vehicle Highway Systems Update, Vol. 3, No. 20. s. 8 - 10.

Inside IVHS (1994a). Partners Nearly Ready To Move On Colorado Truck Warning Project. Inside IVHS, Intelligent Vehicle Highway Systems Update, Vol. 4, No. 4. s. 8 - 9.

Inside IVHS (1994b). Help To Phase Out Mark IV Bumper Tags, Install Hughes' VRC. Inside IVHS, Intelligent Vehicle Highway Systems Update, Vol. 4, No. 9. s. 8 - 9.

Karppinen A. (1990a). Eurooppalaista ajoneuvosuunnistusta, osa 1. Suomen Autolehti 4/90. s. 10 - 18.

Karppinen A. (1990b). Bosch Travelpilot - navigointia maalla. Tekniikan Maaailma 5/90. s. 22 - 25.

Karppinen A. (1990c). Ajoneuvonavigoinnin ulkomainen kehitystilanne. Ajoneuvonavigoinnin seminaari 29.11.1990. Teknillinen korkeakoulu, Autotekniikan laboratorio, Auto- ja työkonetekniikan kehitystilanneraportti 1990/1, Otaniemi. 44 s.

Karppinen A. (1992). Ajoneuvonavigoinnin perusteet. Ajoneuvonavigoinnin lisensiaattiseminaari, 1. osa. Teknillinen korkeakoulu, Autotekniikan laboratorio, Auto- ja työkonetekniikan kehitystilanneraportti 1992/2, Otaniemi. 50 s.

Karppinen A. (1993a). Ajoneuvojen elektroniset suunnistus- ja paikantamisjärjestelmät. Teknillinen korkeakoulu, Autotekniikan laboratorio, Auto- ja työkonetekniikan tutkimusraportti 1993/1, Otaniemi. 152 s.

Karppinen A. (1993b). Älykäs liikenneväylä ja sen tuomat turvallisuushyödyt - Modernin tekniikan huimat mahdollisuudet. Suomen Autolehti 3/93. s. 58 - 62.

Kawashima H. (1994). Overview of Japanese Development and Future Issues. Advanced Technology for Road Transport: IVHS and ATT. Artech House, USA. s. 289 - 314.

Koskelo I. (1992). GPS-paikannuksen käytännön sovellukset. Ajoneuvonavigoinnin lisensiaattiseminaari, 1. osa. Teknillinen korkeakoulu, Autotekniikan laboratorio, Auto- ja työkonetekniikan kehitystilanneraportti 1992/2, Otaniemi. 15 s.

Lamm L., Constantino J. (1994). IVHS America: A Public-Private Partnership. Advanced Technology for Road Transport: IVHS and ATT. Artech House, USA. s. 223 - 246.

Lautsi T. (1993). Huomioita organisaatioiden välisestä tiedonsiirrosta. Kuljetus - Logistiikka 7/93. s. 22.

Leisio S. (1992). Tiedonsiirtojärjestelmät tietoliikenneverkossa. Ajoneuvonavigointi ja kuljetusten informaatiojärjestelmät. Autoalan koulutuskeskus Oy, SATL 2/92, Helsinki. 18 s.

Liikenneministeriö (1994). DRIVE III -ohjelmaan valmistautuminen. Liikenneministeriön julkaisu 23/94. Liikenneministeriö, Helsinki. 64 s.

Lumiaho A. (1990). ATK kuljetusten apuna - kuljetusten suunnittelun optimointimallit ja ATK-sovellukset. Suomen Kuljetustaloudellinen Yhdistys ry., Helsinki. 34 s.

- Lähteenmäki J. (1987). Satelliittipaikannusjärjestelmät - rakenne ja sovellukset. Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, tiedotteita 659, Espoo. 66 s.
- Mark D. (1989). A Conceptual Model for Vehicle Navigation Systems. Vehicle Navigation And Information Systems Conference, VNIS'89, IEEE, Toronto. s. 448 - 453.
- Marttinen J. (1994). Digitaaliset kartat - koko maailma yhdellä CD:llä? Kuljetustehokkuutta ajoneuvopaikannuksella. Autoalan koulutuskeskus Oy, SATL 2/94, Helsinki. 6 s.
- McDonald M. (1994). Users, Providers Telematics. Requirements and options, Panel reports. Telematics Applications Programme (1994 - 1998). European Commission, DG XIII, Brussels. 70 s.
- Mäkinen I., Saarialho A., Timmerbacka E. (1992). Kuljetusjärjestelmät. MH-konsultit Oy. 434 s.
- Nailer C., Queree C. (1993). Traffic Message Exchange for Hazardous Goods Control Systems: Project Portico. Proceedings of the IEE-IEEE Vehicle Navigation and Informations Systems Conference, VNIS'93, Ottawa. s. 666 - 669.
- Närhi I. (1994). Aplicom-ohjauskeskus Tielaitoksen käytössä. Kuljetus - Logistiikka 3/94. s. 21.
- Prodax Logix (1994). Pro-Opt-esite. Prodax Logix Oy, Tampere. 2 s.
- Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (1994). Pääkaupunkiseudun paikantamisverkon hankeselvitys. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 1994:6, YTV, Helsinki. 27 s.
- Rantanen T. (1992). Navigointiteknologian soveltaminen kuljetusten ohjaamisessa. Ajoneuvonavigoinnin lisensiaattiseminaari, 1 osa. Teknillinen korkeakoulu, Autotekniikan laboratorio, Auto- ja työkonetekniikan kehitystilanneraportti 1992/2, Otaniemi. 12 s.
- Rantanen T. (1994). Paikannustiedon hyödyntäminen kuljetusten ohjauksessa. Kuljetustehokkuutta ajoneuvopaikannuksella. Autoalan koulutuskeskus, SATL 2/94, Helsinki. 13 s.
- Ristola T. (1983). Automaattinen liikenteenohjaus ja muuttuvat opasteet. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Liikenteen tekniikan laboratorio, Otaniemi. 76 s.
- Ruha-Wickholm H. (1992). Mobitex-dataradioverkko. Kuljetus 2/92. s. 33 - 34.
- Räty P. (1994). The traveller information system of finnish national road administration. 7th international conference of Road Traffic Monitoring and Control. Conference Publication No. 391, IEE, London. s. 5 - 9.

Salminen R. (1992). DRIVE- ja Prometheus-hankkeiden tilanne 1991. Ajoneuvonavigoinnin lisensiaattiseminaari, 2 osa. Teknillinen korkeakoulu, Autotekniikan laboratorio, Auto- ja työkonetekniikan kehitystilanneraportti 1992/2, Otaniemi. 14 s.

Santala J. (1991). Aineettomasta kuljetusverkosta tulee kilpailutekijä. Tekniikka & Talous 11.3.1991.

Sohier J.M. (1993). Freight and fleet management. Advanced Transport Telematics. Proceedings of the technical days. Area Reports, volume I. Commission of the European Communities, DR 400, Brussels. s. 119 - 132.

Steed J. (1993). The Management of Dangerous Goods Transport: The European Approach. Proceedings of the IEE-IEEE Vehicle Navigation and Informations Systems Conference, VNIS'93, Ottawa. s. 674 - 678.

Suomen Kuorma-autoliitto ry. (1994). Vaarallisten aineiden kuljetukset. Suomen kuorma-autoliitto ry., kuljetustekninen osasto, Helsinki. 27 s.

Tamura K., Hirayama M. (1993). Toward realization of VICS - Vehicle Information and Communications System. Proceedings of the IEE-IEEE Vehicle Navigation and Informations Systems Conference, VNIS'93, Ottawa. s. 72 - 77.

Teknologian Kehittämiskeskus (1994a). Eureka Project EU 45, Project Information, part I. Teknologian Kehittämiskeskus, Tekes, Helsinki. 17 s.

Teknologian Kehittämiskeskus (1994b). Eureka Project EU 271, Project Information, part I. Teknologian Kehittämiskeskus, Tekes, Helsinki. 6 s.

Tele (1994). Aina varma yhteys - Riippumatonta yhteydenpitoa. Inmarsat-esite. Tele, Helsinki. 6 s.

The Intelligent Highway (1994). EC Works Out How To Spend Ever Decreasing DRIVE III Budget. The Intelligent Highway, European Transport Telematics Update, volume 5, issue 3. s. 7 - 9.

The Norwegian Institute of Technology (1994). Efficient and environmentally friendly freight transport. The Norwegian Institute of Technology, Department of Transportation Engineering, Trondheim. 5 s.

Theophilopoulos N., Brand T., Garsten S., Steed J.J. (1993). Pilot application of the FRAME-system. Advanced Transport Telematics. Proceedings of the technical days. Volume II, Project reports, part II. Commission of the European Communities, DR 400, Brussels. s. 436 - 440.

Tielaitos (1994). Tieliikenteen tavarankuljetustilasto 1993. Tielaitoksen tilastoja 3/1994, Tielaitos, Tutkimuskeskus, Helsinki. 29 s.

Tsai J., Heti G., Harmelink M.D. (1993). Smart Trucking in Ontario. Proceedings of the IEE-IEEE Vehicle Navigation and Informations Systems Conference, VNIS'93, Ottawa. s. 645 - 651.

US Department of Transportation (1994). Intelligent Vehicle Highway Systems Projects. Department of Transportation, USA. 331 s.

Vahtokivi T., Ruha-Wickholm H. (1994). Mobiilidata logistiikkaratkaisun osana. Kuljetus - Logistiikka 2/94. s. 16 - 17.

Yoshida M. (1993). Optical Vehicle Detector for Traffic Control. Proceedings of the IEE-IEEE Vehicle Navigation and Informations Systems Conference, VNIS'93, Ottawa. s. 154 - 156.

Yoshida M., Aoyama K. (1993). New Concept for UTMS. Proceedings of the IEE-IEEE Vehicle Navigation and Informations Systems Conference, VNIS'93, Ottawa. s. 191 - 194.

Zimmer H.-G., Andrenes M.J., Kemeny A., Häußermann P. (1994). Prometheus. Advanced Technology for Road Transport: IVHS and ATT. Artech House, USA. s. 159 - 222.

LIITTEET

Liite 1. Haastatellut henkilöt ja yritykset.

Liite 2. Haastatteluissa käytetty asialista.

HAASTATELLUT HENKILÖT JA YRITYKSET

Aila Hirviniemi, ICL Data Oy
Timo Jaakkola, ASG-Nurminen Oy
Juhani Kares, Viinikka Oy
Jukka Kataja, Neste Oy
Seija Miettinen, Liikenneministeriö
Riikka Pinola, Kesko Oy
Jari Raatikainen, Helsingin kaupungin pelastuslaitos
Ulf Strömsholm, WM Jätehuolto Oy
Jyri Suvanto, Kesko Oy
Ilkka Tirkkonen, Kiitolinja Oy
Kari Valkama, ICL Personal Systems Oy
Heikki Vuorinen, Yhtyneet Paperitehtaat Oy

Lisäksi joissakin yrityksissä haastattelussa oli mukana muitakin henkilöitä luettelossa mainitun lisäksi.

HAASTATTELUISSA KÄYTETTY ASIALISTA

KULJETUSYRITYS

Vaatimukset järjestelmille:

- oman kaluston sijaintitiedot hallintaa varten (satelliitti-paikannus)
- tiedonsiirto (uudet tilaukset, peruutukset, häiriöt)
- kuorma- ja reittisuunnittelu, jossa tarvitaan liikennetietoja (ruuhkat, matka-ajat, painorajoitukset, ajorajoitukset, kelirikot, tietyöt, ulottuvuudet, yleiset tietiedot)
- automaattiset tarkastukset helpottamaan toimintaa (tulli, paino):
 - automatisoitu rahtikirja
 - toimikortit
 - tunnistheet
 - saattomuistitekniikka (tiedot kuljetuksesta, seuranta, hallinta, lupa tulla alueelle ja lastauslaiturille)
- automaattinen lupienhankkimisjärjestelmä

Tutkimusohjelma:

Metafora, IFMS, Transport Telematics, Prometheus, Roadacom, Artis, Citra, IVHS, Japani, Combicom, Frame, Portico

Tietoja, joita voitaisiin tuottaa järjestelmille:

TIENPITÄJÄ:

- liikennetiedot reittisuunnittelun perustaksi:
 - matka-ajat
 - onnettomuudet:
 - ennustettavuus (sensorit)
 - reititys onnettomuudet huomioiden
 - ruuhkat, kelirikot, tietyöt, säätiedot
 - tietiedot, ajo- ja painorajoitukset, ulottuvuudet, katujen liikennerajoitukset
 - reittiopastus
 - lauttojen (lossit) aikataulut
- kuljetusten sijaintitiedot, joita voitaisiin tuottaa esimerkiksi liikennemajakoilla, jotka rekisteröivät ohi ajavat ajoneuvot ja tuottavat sijaintitietoja tietyin välimatkoin (ei jatkuva paikannusmenetelmä)
- erikoiskuljetusten lupajärjestelmän automaattisointi (huoltamot)
- varoitusjärjestelmä, joka ottaa huomioon ajoneuvon painon ja ulottuvuudet:
 - nopeus alamäessä
 - nopeus rampissa

YRITYS:

- kuljetusten sijaintitiedot (navigointi), joita yritys voi tuottaa esimerkiksi satelliittipainannuksen avulla
- keli- ja kitkatiedot sensorien avulla
- tiedot lastaus- ja purkuajoista sekä jonoista eri asiakaspisteissä
- yrityksen kannalta tärkeiden toimipisteiden aukioloajat sekä luvat tulla kyseisille alueille
- palvelupaikkatiedot (hotellit, ravintolat, korjaamot)
- laivojen ja junien aikataulut
- tiedot kuljetettavista aineista ja erityisesti vaarallisista aineista: toimintaohjeet onnettomuuksissa, hälytys
- matka-ajat vakioireiteillä navigointijärjestelmien avulla
- digitaalisen kartan käyttö (puupinon tai öljysäiliön löytäminen)
- yritys voisi lisäksi tuottaa tavaravirtatietoja (tiedot kuljetusreiteistä, -määristä ja kuljetetuista tavaroista), joita voitaisiin käyttää valtakunnallisiin kuljetusselvityksiin
- yritys ei kuitenkaan välttämättä tiedä kuljetuksen lähtö- ja määräpaikkaa, sillä se tietää vain oman kuljetusosuuden ja nimenomaan -reitit

TEOLLISUUS-/KAUPPAYRITYS

Vaatimukset järjestelmille:Tutkimusohjelma:

- | | |
|--|-----------------------------|
| - strateginen kilpailutekijä => parempi asema markkinoilla | IFMS, Transport Telematics, |
| <= kustannustehokas toiminta | Prometheus, |
| - yritys pyrkii sijoittamaan tuotantolaitoksensa ja varastonsa optimaalisiin paikkoihin | Roadacom, Artis |
| - tiedot omassa tuotannossa tärkeiden materiaalien sijainnista kuljetusvaiheessa, aikataulut, tiedot viivytyksistä (tuotannon suunnittelu) | Frame, Portico |
| - muiden tiedottaminen omien tuotteiden sijainnista kuljetuksen aikana | Citra |

Tietoja, joita voitaisiin tuottaa järjestelmille:

YRITYS:

- tiedot kuljetettavista aineista ja erityisesti vaarallisista aineista: toimintaohjeet onnettomuustapauksissa, hälytys
- väestö- ja teollisuustiedot, joita käytetään tuotantolaitosten ja varastojen sijoittamisessa
- tietoja kaikista kuljetusmuodoista ja niiden solmupisteissä olevista terminaaleista
- digitaaliset kartat (paikallistamisongelma)

TIENPITÄJÄ:

- liikennetiedot: liikennemäärätiedot, matka-aika-tiedot (lähimenneisyyden tietoja)
- tiedot tulevaisuuden liikenneväylähankkeista
- digitaaliset kartat (tietietojen osalta)
- yritys voisi lisäksi tuottaa tavaravirtatietoja, joista ilmenisivät kuljetusten lähtö- ja määräpaikat, kuljetusmäärät ja kuljetetut tavarat (kuljetusreittejä ei välttämättä tiedetä)

HUOLINTALIIKE

Vaatimukset järjestelmille:

- tieto yksikkökuormien ja yksittäisen asiakkaan lähetysten sijainnista, aikataulutiedot, viivytystiedot
- kuljetusasiakirjojen automatisointi
 - rahtikirja
 - toimikortit, saattomuistitekniikka (kuljetustiedot, seuranta, hallinta)
 - tunnistheet
- ennuste uusista aikatauluista, jos vanhat ovat muuttuneet esimerkiksi ruuhkan tai onnettomuuden vuoksi

Tutkimusohjelma:

Combicom, Metafora, IFMS, Transport Telematics, IVHS

Tietoja, joita voitaisiin tuottaa järjestelmille:

YRITYS:

- tiedotus yksikkökuormien sijainnista
- viivytystiedot, aikataulutiedot

YKSITTÄINEN ASIAKAS

Vaatimukset järjestelmille:

- tieto oman lähetyksen sijainnista, aikataulusta ja viivytyksistä

Tutkimusohjelma:

IFMS, Combicom, Transport Telematics